

مقدمة في الهندسة الزراعية والنظم الحيوية



أ.د محمد أحمد صباح

أ.د السعيد رمضان العشري

قسم الهندسة الزراعية والنظم الحيوية

جامعة الإسكندرية

مقدمة في

الهندسة الزراعية والنظم الحيوية

Introduction To
Agricultural and Biosystems Engineering

الأستاذ الدكتور
السعيد رمضان العشري

الأستاذ الدكتور
محمد احمد صباح

قسم الهندسة الزراعية والنظم الحيوية
كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

2010

بإستاذ المعرفة

طباعة ونشر وتوزيع الكتب
تليفاكس: ٠١٢٢١٥١١٢٢٢ / ٢٢١١٤٩٥

بطاقة فهرسة



صياح، محمد احمد & السعيد رمضان العشري
مقدمة في الهندسة الزراعية والنظم الحيوية ٢٠١٠.
مكتبة بستان المعرفة، كفر النور:
٢٦٠ ص ١٧ × ٢٤ سم

تتملك: ١٤٥-١ - ٣٩٣ - ٩٧٧

١- العنوان.

| | |
|----------------|--|
| العنوان | مقدمة في الهندسة الزراعية والنظم الحيوية |
| اسم المؤلفين | أ.د/ محمد احمد صياح & أ.د/ السعيد رمضان العشري |
| رقم الإيداع | ٢٠٠٩/٢٦٤٢١ ... |
| التقييم الدولي | I.S.B.N. ٩٧٧ - ٣٩٣ - ١٤٥ - ١ |
| الطبعة | الأولى |
| الناشر | بستان المعرفة |
| | كفر النور - الحدائق - في سور المصنع - امام أبراج الحلوى تليفون: ٠٤٥/٢٢١١٤٩٥ & الإسكندرية ١٢١١٥١٢٣٧ Email: bostan_elma3rafa@yahoo.com |

جميع حقوق الطبع محفوظة

ولا يجوز طبع أو نشر أو تصوير أو إنتاج هذا المصنف أو أي جزء منه
بأية صورة من الصور بدون تصريح كتابي مسبق.

أهداء

يهدى المؤلفون هذا العمل فى " مقدمة فى الهندسة الزراعية والنظم الحيوية " الى روح رائد الهندسة الزراعية فى مصر والشرق الاوسط ومقدمها الى المجتمع المصرى ... الى روح المرحوم الاستاذ الدكتور امين على ابراهيم استاذ الاجيال والذى حمل على عاتقه تطوير مهنة الهندسة الزراعية فى مصر . والى رائد العمل الميدانى فى هندسة استصلاح الاراضى والقوى والآلات الزراعية الاستاذ الدكتور عبد الحميد ابو سيع . والى روح الاستاذ الدكتور على الخشن الذى آمن باهمية الميكنة الزراعية فى تطوير الزراعة المصرية .ومارسها فى تعاون تام مع متخصص الهندسة الزراعية .

يهدى المؤلفون كذلك هذا العمل الى من حملوا راية الهندسة الزراعية فى مصر والعالم العربى والافريقى ، الاستاذ الدكتور على يسرى كريم استاذ الهندسة الزراعية بجامعة الاسكندرية و المرحوم الاستاذ الدكتور جورج باسيلي فى جامعة القاهرة والاستاذين الدكتور احمد فريد الصهرىجى والدكتور محمد نبيل العوضى فى جامعة عين شمس والرحوم الاستاذ كليم فرح فى جامعة المنوفية والرحومين الاستاذين الدكتور سعود حمد والدكتور احمد خليفه فى جامعة المنصورة والاستاذ الدكتور صلاح عبد المقصود فى جامعة الزقازيق والرحوم الاستاذ الدكتور متولى محمد متولى فى جامعة كفر الشيخ.

والى كل من ساهم فى بدء برامج الهندسة الزراعية فى قناة السويس
والأزهر واسيوط وبنها الى كل اجيال الهندسة الزراعية الى كل من ساهموا ويساهموا
فى العمل المبدنى وكل من ساعدوا فى بناء مهنة الهندسة الزراعية .

والى اجيال الحاضر والمستقبل تسلموا الراية وحافظوا عليها عالية
وجاهدوا لارتقاء مهنة الهندسة الزراعية والحيوية اكاديميا وميدانيا ومهنيا .

المؤلفون

لقد تم إعداد هذا الكتاب للطلاب الجدد الذين التحقوا بقسم الهندسة الزراعية والنظم الحيوية حديثاً نتيجة لتنسيق طلاب الثانوية العامة بين الكليات المختلفة ونتيجة عدم تمكنهم من الالتحاق بكليات الهندسة والتي كانت لا شك رغبتهم الأولى .

يلتحق الطالب بهذا القسم دون معرفة مسبقة بما يحويه برامجه الدراسية وما هو سوق العمل الذى ينتظره . لذلك كان انغرض من هذا الكتاب توضيح دور مجال الهندسة الزراعية والنظم الحيوية فى التنمية الزراعية وتطورها ودور خريجى هذا المجال فى المجتمع وسوق العمل المناسب . لذلك مع اعطاء الطالب فكرة عن تاريخ الهندسة الزراعية وارتباطها بتطور الزراعة فى العالم والاهمية الاقتصادية والاجتماعية للزراعة بوجه عام وتأثير مهنة الهندسة الزراعية على هذا التطور .

لذلك يشمل هذا الكتاب اجزاءان هما :

الجزء الاول : مفهوم الهندسة الزراعية والنظم الحيوية وتطور برامجها وسوق العمل لها فى مصر والعالم.

والجزء الثانى : عن المفاهيم الاساسية الهندسية للهندسة الزراعية والنظم الحيوية و مصادر الطاقة المتنوعة واستخداماتها فى الزراعة ووسائل نقل القدرة ومحرك الاحتراق الداخلى كنموذج لتحويل الطاقة وكمصدر للقدرة فى معظم العمليات الزراعية .

والله ولى التوفيق

المؤلفان

الجزء الاول
مفهوم الهندسة الزراعية
والنظم الحيوية

نمھید

قد ینتاب الانسان والمجتمع غفلة فی فترة من فترات الزمن فلا یضع الأولویات بقدر اھمیه کل منها له. بل قد یھمل فی بعض الضروریات علی حساب اھتمامه الشدید بالکمالیات. وهذا ما ینطبق علی قطاع الزراعة اذا ما قورن بقطاعات اقتصادیة أخرى. وبمجال الهندسة الزراعیه اذا ما قورن بالمجالات الهندسیة الأخری. فالقطاع الزراعی بما یشمله من انتاج وتصنیع وتسویق زراعی، وهو القطاع الذی تخدمه الهندسة الزراعیه، هو لاشك اھم القطاعات الاقتصادیة الاجتماعیه فی تنمية ای مجتمع واستقلالیه قراره وضمان أمنه الغذائی.

یشمل عنوان هذا الکتاب کلمات مفتاحیه لاستیعاب وإدراک وتقدير لهذا المجال من علوم المعرفة وفن التطبيق. المفاتیح الثلاثة هی الزراعة والنظم الحیویة والهندسة.

- الزراعة هی وسط العمل Working Domain او النظام البینى echo system والذى یشمل الأرض والمناخ والماء والهواء والبشر والحووانات.
- النظام الحیوی هو مجموعة مكونات حیه ترتبط بعضها ببعض لتؤدی وظيفه او وظائف معینة. فالخلیه النباتیه او الحیوانیه هی نظام حیوی له مكونات لكل منها وظيفته اذا اختلف مكون اختلف النظام ککل. الخلیة البکتریة هی نظام حیوی متکامل. النسیج النباتی او الحیوانی هو نظام حیوی. فالنبات نظام حیوی مكون من عدة مكونات (جذور، ساق، أوراق، ثمار... الخ) كذلك الحیوان وكذلك الإنسان.

- الهندسة هي المهنة التي تطوع المادة والطاقة وتطبق ما ينتجه العلم من معارف وعلوم أساسية وهندسية لاستخدامات الإنسان ورفاهيته. لذلك يكرس المهندس مجهوداته في تصميم وتصنيع الآلات الملائمة وإنشاء المنشآت واستخدام الطاقة مع الأخذ في الاعتبار اقتصاديات المنتج وتأثيره على المحيط المجتمعي والبيئي. ولا ينتهي عمل المهندس عند التصنيع والتشغيل بل يستمر في تحسين المنتج حيث ان تعظيم الاداء وتحسين التصميم هما جوهر التطبيق الهندسي والسمة المميزة لمهنة الهندسة للتعامل مع مشاكل ورغبات واحتياجات الانسان.

وعلى ذلك يمكن تعريف الهندسة الزراعية والنظم الحيوية على انها احدى المجالات الهندسية الرئيسية الاشمل تخصصا في تطويع المادة والطاقة وتطبيق ما ينتجه العلم من معارف وعلوم اساسية وعلوم هندسية لايجاد حلول مناسبة وتقنيات ملائمة لحل مشاكل وتنمية الانتاج والتصنيع والتسويق الزراعي وتعظيم استخدام الموارد الطبيعية والحيوية وتقليل الفاقد والحفاظ على البيئة.

في حين تتشابه اساسيات الهندسة الزراعية كمجال هندسي مع مختلف المجالات الهندسية الأخرى من حيث التعميم إلا انها تختلف عن المجالات الهندسية الأخرى اختلافا جوهريا من حيث التطبيق ووسط العمل المتنوع والمتغير وكذلك في العامل الحيوي التي تتميز به النظم الحيوية من خلايا وأنسجة نباتية وحيوانية ومدى حساسية هذه النظم في تفاعلها وتداخلها مع مكونات النظم والمواد الأخرى خاصة غير الحيوية.

أن من الأهداف الرئيسية لبرنامج الهندسة الزراعية والنظم الحيوية تأهيل خريجي هذا البرنامج تأهيلاً معرفياً وفنياً وتزويده بقدرات مهارية شخصية واجتماعية وإدارية لتمكينه من استخدام و إدارة الموارد الطبيعية والحيوية واستخدام التقنيات المناسبة في تنمية الإنتاج والتصنيع والتسويق الزراعي.

إذا ما هي الموارد الطبيعية والحيوية التي تخدم تنمية الإنتاج والتصنيع والتسويق الزراعي وما هو دور المهندس الزراعي Agricultural Engineer في استخدام وتنمية هذه الموارد الطبيعية والحيوية وتطويرها لخدمة التنمية الزراعية.

الفصل الأول

الموارد الطبيعية

Natural Resources

الموارد الطبيعية الأهم في خدمة الإنتاج والتصنيع والتسويق الزراعي هي الماء والأرض والطاقة.

١. الماء، Water

الماء هو مورد الحياة لكل الأحياء.. ومصادر الماء المفيد للزراعة في مصر تشمل أساساً :

• نهر النيل، The Nile

الذي يأتي إلينا من إثيوبيا (حوالي ٨٥ ٪) ومن أوغندا حوالي (١٥ ٪) وكل ما نحصل عليه بناء على اتفاقيتي عامي ١٩٢٩، ١٩٥٩ هو ٥٥,٥ مليار متر مكعب نستخدم منها حوالي ٨٥ ٪ للإنتاج الزراعي والباقي للصناعة واستخدام البشر.

• المياه الجوفية Groundwater or Aquifers

وتمخزن المياه الجوفية في مصر يصل إلى ٢ مليار سنوياً، حيث يستعير ما يفقده في الاستخدام من خلال الأمطار التي تسقط على هضبة تشاد على الحدود الجنوبية لمصر وليبيا وتتسرب في طبقات حجرية في اتجاه الشمال. كذلك تستعاض من تسرب مياه النيل خلال جوانب مجرى النيل إلى طبقات سطحية. في بعض الواحات تخرج المياه الأرضية على شكل ينابيع تحت ضغط

طبيعي وفي بعض الأماكن يتم حفر ابار وضخ المياه الارضية بالمضخات وتعتمد الزراعة في شرق العوينات على المياه الجوفية .

• التساقطات المائية (الأمطار) precipitations

وهذا المصدر يعتبر ضعيفا في مصر وغير محدد سواء مكانيا او كميا sporadic ومعظم الأمطار تسقط على شريط الساحل الشمالي بعمق لا يزيد عن ٢٠ كيلو متر جنوبا وفي سيناء، كما تسقط في شاتيلوا وحلايب في الجزء الجنوبي الشرقي بالصحراء الشرقية على حدود السودان. وتقدر كميات الأمطار بعدد المليمترات المتراكمة خلال العام ويتراوح كمية الأمطار في الساحل الشمال بين ١٠٠، ١٥٠ ملليمتر سنويا. وفي استخدام الماء في الزراعة لا يكتفى الحديث عن الكميات المتوفرة بل لابد من الحديث ايضا عن جودة الماء (water quality) وتقدر جودة المياه الطبيعية غير الملوثة بكمية ملح كلوريد الصوديوم الموجودة في الماء وتعتبر مياه النيل عند السد العالي هي انقى المياه واجودها للزراعة ولا يزيد نسبة املاح كلوريد الصوديوم بها عن ٢٠٠ جزء في المليون (٢٠٠ PPM). وفي رى النباتات تختلف فترة تحمل النباتات بوجة عام للملوحة من نبات لآخر فهناك نباتات لا تتحمل الملوحة الا بمستويات منخفضة واخرى نباتات بحرية قد تتحمل ملوحة البحر التي قد تصل الى ٢٠٠٠٠ جزء في المليون. اما المحاصيل الزراعية فلا تتحمل الملوحة المرتفعة وغالبا لا ينصح بمياه رى تتعدى ١٠٠٠ جزء في المليون ومن اكثر المحاصيل تحملا للملوحة الأرز.

٢. الأرض، Land.

مساحة مصر الكلية حوالى مليون كيلو متر مربع مساحة الأرض المزروعة والقابلة للزراعة بها حاليا لا تتعدى ٢,٤ ٪ من للمساحة الكلية (٨ مليون فدان) شاملة وادى النيل، الدلتا، الواحات، بعض اراضى الساحل الشمالى الغربى واجزاء من سيناء وشرق العوينات، توشكا، شاتيلو وحلايب. وكما للماء مقياس جودة فائضا للأرض مقياس جودة يعبر عن قدرة التربة فى إنتاج المحاصيل وتصنف الأرض تبعا لجودتها الى عدة الاسام Classes. وتقاس الجودة بالتركيب الطبيعي من طمى ورمل وغيرها والتركيب الكيميائى من املاح وعناصر اخرى والتركيب العضوى (organic) وتحدد هذه التركيب مدى ملائمة الأرض للإنبات المحاصيل.

٢. الطاقة المفيدة Useful Energy

إذا كان الماء هو مورد الحياه فان الطاقة هى محرك الحياه ولا حركة ولا نمو دون الطاقة. من الصعب تعريف مفهوم الطاقة تعريفا مبسطا، الا انه يمكن ان تعرف على انها السعة لانجاز شغل. ومع ذلك هناك بعض الحالات والتي لا يحدث شغل بالرغم من وجود طاقة. ويمكن التعبير عن مفهوم الطاقة تعبيرات هندسية فيما يلى :

١. طاقة الوضع Protential Energy

التعبير Potential يأتى من الأصل اللاتيني بمعنى To be able أى (يمكنه) ويعادل باللغة الإنجليزية كلمة Possible او (ممكن) ويمكن التعبير

عن طاقة الوضع بأنه مخزون الطاقة التي يملكها الجسم. وعليه فإن طاقة الوضع تمنح الجسم امكانية عمل شغل (work). وهذا المخزون من الطاقة قد يكون طاقة ميكانيكية او حرارية او كيميائية، طاقة اشعاعية او انشطارية.

$$\begin{aligned} PE (potential Energy) &= Fh \\ &= m \cdot a \cdot h \end{aligned}$$

حيث F هي القوة.

m هي الكتلة.

a العجلة.

h يمثل ارتفاع الجسم عن سطح ما.

ب- الطاقة الحركية Kinetic Energy

يعنى التعبير (Kinetic) فى اليونانية الحركة. وهى الطاقة التى يملكها الجسم نتيجة حركته.

$$KE (Kinetic Energy) = W = F \cdot S$$

$$S = \frac{V^2}{2a}$$

$$KE = m \cdot a \cdot \frac{V^2}{2a} = \frac{m V^2}{2} = \frac{m V^2}{2g}$$

حيث W هو الشغل.

S المسافة التى يتحركها الجسم.

V السرعة.

جـ - الطاقة الحرارية Thermal Energy

تتكون اى مادة (صلب، سائل، غاز) من مجموع جزيئات (Particles) هذه الجزيئات تتحرك عشوائيا سواء متذبذبة او دورانية ولكل منها طاقة حركة. مجموع هذه الطاقات تسمى الطاقة الداخلية (Internal Energy) وهى التى تسبب الطاقة الحرارية للجسم.

د - الطاقة الكهربائية Electrical Energy

يتم الاستفادة من الطاقة الكهربائية بتحويلها الى طاقة ميكانيكية كما فى المحركات الكهربائية او الى طاقة حرارية كما فى السخانات والافران والى طاقة ضوئية بالتسخين والى طاقة الصوت كما فى مكبرات الصوت.

الفصل الثاني

الموارد الحيوية Bioresources

كل ما هو حي هو مورد حيوى وقد يكون هذا المورد ايجابى يساعد فى تنمية الانتاج والتصنيع والتسويق الزراعى وهذا ما يجب تطويره والاستفادة منه وقد يكون المورد الحيوى سلبى اى يسبب تدهور ونقص فى الانتاج او التصنيع او التسويق الزراعى وهذا ما يجب مقاومته وخفض ضرره. فمن الموارد الحيوية الهامة الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms والتي تشمل انواع البكتيريا المختلفة المفيدة منها والضارة، الخمائر Yeasts والفطريات Molds والحشرات النافعة والضارة هي موارد حيوية ايجابية واخرى سلبية. والحيوانات هي موارد حيوية والانسان كذلك مورد حيوى. كل المملكة النباتية موارد حيوية منها النافع كالحاصل ومنها الضار كالحشائش كل الموارد الحيوية موارد متجددة.

الزراعة كمورد حيوي طبيعي متجدد

Agriculture as a Natural Renewable Bio-recourse

الزراعة تعبير شامل يعبر عن طريقة حياة وثقافة مجتمعات وتاريخ تطور حضارات البشر، الزراعة للبعض مشروع استثمار وللبعض حرفة ولآخرين علم وللمستهلك سوق يملهم بالاحتياجات الغذائية والدولة هي قطاع اقتصادي هام. الزراعة للمجتمع كل ما سبق وأكثر. اعتمد الانسان الأول على صيد الحيوانات البرية وجمع ما ينبت في الأرض طبيعيا لطعامه وفي هذه المرحلة من تاريخ البشرية احتاج الانسان الأول لقذاته عن طريق الصيد والنباتات البرية بمساحة من الأرض تقلد.

بحوالي ٢٠ كمتر مربع تكافئته. في هذه المرحلة كانت الحيوانات والنباتات البرية هي المورد الحيوي الطبيعي الابتدائي الا انه حدث التغير المناخي الهائل بعد آخر عصر الجليد (ice age) اى حوالى ١١٠٠٠ (احدى عشر الف سنة) قبل الميلاد حيث تعرضت معظم الارض لمواسم جفاف طويلة ماتت فيها نباتات لم تتحمل الجفاف الا انها تركت في التربة بذور ساكنة (dormant) ودرنات (tubers). مكنت هذه البذور الكامنة والدرنات بعض الصيادين وجامعى البذور كموارد حيوية نباتية في بدايات زراعية جديدة ومتجددة وتشكيل اول تجمعات مستقرة تعتمد على هذه المحاصيل وما تبقى من موارد حيوية حيوانية وكنانات دقيقة. ومن هذه التجمعات ما ظهر في مواقع متعددة على نهر النيل في مصر منذ عشرة آلاف عام قبل الميلاد. ويمكن ملاحظة تكامل اللوارد الطبيعية (الارض الخصبة، الماء، الطاقة الشمسية، المناخ المناسب) واللوارد الحيوية من بذور نباتية ودرنات ومن حيوانات مستأنسة. في هذا العصر اخترع الفلاح المحراث واستخدم الثور لجبر المحراث كما كان يحصد محاصيله بالمنجل وكان هذا بداية ميكنة العمليات الزراعية . في الفترة بين ٨٠٠٠، ٦٠٠٠ عام قبل الميلاد ظهرت في الهند عمليات الدراس وتخزين الحبوب في مخازن وكان ذلك بداية عمليات ميكنة وحفظ المحصول فيما بعد الحصاد.

العصارات الوليدة : Nascent Civilization

بدأت الزراعة منذ عشرة آلاف سنة على الأقل كمورد حيوي اكثر استقرارا للانسان ومنذ ذلك الحين مرت الزراعة بتطورات هائلة وقد ظهرت دلائل هذا الاستقرار في أماكن عدة متفرقة في العالم في الشرق الأوسط، في الصين، سواحل افريقيا وعدة مناطق في الأمريكتين حيث جمع الانسان في هذه الآونة البذور البرية واعاد زراعتها وحصادها يدويا منذ ٦٠٠٠ عام قبل الميلاد زرع المصريون في

خنادق على ضفاف النيل كما ظهر الارز كمحصول رئيسي في الصين والذرة في امريكا منذ ٢٠٠٠ سنة قبل الميلاد وظهر القمح والشعير في اليونان منذ ٧٠٠٠ سنة قبل الميلاد. كما بدأ الانسان في ترويض الحيوانات البرية واستئناسها وتكوين قطعان منها ترعى من مكان لآخر على النباتات البرية. اكتشف الفلاح الاول في العالم عند من الطرق التي يمكن بها تحسين انتاج محاصيله فكان يعمل الماء الى المحاصيل من الانهار والينابيع والبحيرات او يحول الماء من المصدر الى محاصيل بواسطة قنوات صغيرة (ditches) بداية الري (Irrigation). عندما يفيض الماء ويزداد كان يبني المصارف. اكتشف الفلاح كذلك ان تقليب النباتات في التربة والحرق إضافة فضلات الانسان او الحيوان الى التربة يحسن من اداء المحصول، بداية التسميد (fertilization). في بعض المناطق حيث لا توجد مصادر ماء قريبة والأمطار قليلة، تعلم الفلاح ان يترك الأرض بين زراعة واخرى حتى تتراكم الرطوبة في التربة وكان ذلك اول نظام زراعة الأرض بالراحة (Fallow). كما وجد ان تغيير المحصول على نفس الأرض من موسم لآخر كان مفيداً وكان ذلك بداية الدورة الزراعية (Crop rotation).

ولم يكن معروفاً في هذا الحين ان الدورة تحسن من خصوبة التربة وتركيبها والتحكم في الحشائش والافات الحشرية والامراض.

في هذه الفترة من زمن البشرية ظهرت في الهند عمليات اللراس وتخزين الحبوب في مخازن كما تطور الري وبدأت فكرة الحرث (٢٥٠٠ ق م) كما اخترع الصينيون آلة لضرب الازر (hydraulic – power hammer) كما اخترع كذلك مضخة لرفع الماء (chain pump) في القرن الاول بعد الميلاد مستخدمين الثور

وحیوانات أخرى كمصدر قهره (power source) لرفع الماء للملى قنوات الري ولحرق الأرض وتشغيلها ولانتقال الانسان ونقل متاعه. استخدم الإنسان كذلك المنجل لحصاد محاصيله. ساهم كل ذلك فى ازدهار الحضارات الأولى وبدء الحضارة الصناعية البدائية ازدادت بذلك ميكنة العمليات الزراعية كما للموارد الحيوية من نباتات وحيوانات وبدا الإنسان يتعلم كيف يزرع محاصيله ويربى حيواناته فأصبحت الزراعة مستقرة فى اماكن متفرقة فى العالم. فى هذه الآونة كانت احتياجات البشر تقلر بمساحة ٢٠ كمتر مربع لتغذية ٦٠٠٠ شخص. أى ان مساحة الأرض تكفى لتغذية ما لا يزيد عن ٢٠ مليون نسمة عليها فقط. وتظهر أهمية الزراعة كمورد حيوي فى تطور البشرية حيث تأسست الحضارات الوليدة على أساس مدى تنوع اصناف الحيوانات والمحاصيل Biodiversity والتي استقر على أساسها البشر وبدأ فيما بعد فى تكوين مجتمعات. وحتى نلرك دور الميكنة الزراعية فى تاريخ التطور الزراعي ثم دور الهندسة الزراعية فى التساع الرقعة الزراعية والتنمية الزراعية وتوفير الغذاء والكساء لأعداد متزايدة من البشر و تعظيم الإنتاج الزراعي كما وكيفا وإنتاج صناعات غذائية جديدة وطاقة حيوية جديدة، حتى نلرك كل هذا التطور يمكن تقسيم عصور الزراعة وما يتبعها او يسبقها من تطور فى الميكنة الزراعية والهندسة الزراعية الى ثلاثة عصور او حقب محددة العالم هى :

١ - الحقبة الأولى : الزراعة التقليدية او المعيشية :

Traditional or Subsistence Farming

فى هذا العصر امتلك الفلاح الأرض، المناخ المناسب، بذوره، العمال، وحيوانات والمعارف والخبرات التى تراكمت عبر العصور منذ أجداده كانت هذه المعايير الوحيدة للإنتاج. حتى بداية القرن العشرين (١٩٠٠) فان غالبية النظم

الزراعية في العديد من الدول اتبعت هذه النظم التقليدية. في هذه الحقبة لم تكن الأرض عاملاً محدداً (Limiting Factor) فقد زُرعت النباتات على مسافات كبيرة بعضها من بعض بحيث يتم الحصاد يدوياً. وكانت إنتاجية المحصول تقلر بالنسبة إلى وحدة النبات. وبذلك كان المزارع يختار الوحدة النباتية الأقوى ذات الإنتاجية الأعلى ليوفر منها بذوره لموسم الزراعة القادم وكان هذا الاختيار هو بداية استدامة الموارد الحيوية. اعتمد مصدر القدرة في هذه الحقبة على العمالة اليدوية خاصة أفراد العائلة، وعلى الحيوانات. لذلك فقد قلصت القدرة المتاحة لديه إمكانياته في الحرث على أعماق أكبر. كما لم يستطع التوسع بزيادة المساحة المزروعة كما لم يستطع الانتقال أو نقل بضائعه إلى مسافات قصيرة ومحدودة وبذلك كانت الميكنة الزراعية محدودة للغاية.

بعد عام ١٩٩٢ تبادل العالم النماذج الزراعية المختلفة من نباتات وحيوانات بحيث انتقلت المحاصيل والحيوانات من مكانها الأصلي إلى الأماكن الأخرى.

الزراعة كانت عنصر أساسي في تجارة العبيد ونقلهم من أفريقيا كما أنها كانت سبباً في انتشار القوى الأوروبية في الأمريكتين، في انتشار الاقتصاد على أساس الزراعة وإنشاء مزارع كبيرة لإنتاج المحاصيل كالقطن وقصب السكر اعتمدت بشكل كبير على العبيد.

في العصور الوسطى طور المزارعون المسلمون الزراعة في شمال أفريقيا والشرق الأوسط ونشروا تقنيات زراعية عديدة منها نظم الري على أسس هيدروليكية وهيدروستاتيكية، واستخدام بعض الآلات كالسواقي (norias) والآلات

رفع الماء، السدود، الخزانات. كتبوا كذلك بعض الكتيبات الإرشادية لزراعة مواقع محددة. اختراع الدورة الزراعية الثلاثية خلال العصور الوسطى واستيراد المحراث القلاب الذى اخترعته الصين. كل ذلك أدى الى تحسين فى الكفاءة الزراعية.

شاهد القرن الثامن عشر نقله أساسيه فى الزراعة امتدت الى أفريقيا وآسيا بواسطة التجار المسلمين فى العالم القديم. أدى ذلك الى انتشار محاصيل، ونباتات، وطرق زراعة عبر العالم الإسلامى، شملت الدورات الزراعية، الري، التحكم فى الآفات بحيث أطلق على هذا الانتشار عولة المحاصيل Globalization of Crops والتي مع زيادة الميكنة هاجت الى التغيرات فى الاقتصاد، التوزيع السكاني وزيادة الإنتاج الزراعي

وفى القرن التاسع عشر انتقلت التقنيات الزراعية المتقدمة الى تركيا وغرب الهند. كما استفادت الدول الاوربية من التقدم الزراعي الإسلامى اعتمدت الثورة الزراعية الإسلامية على تطوير نظم الري مستخدمين الآلات مثل السواقي، طواحين الماء، أجهزة رفع الماء، السدود، خزانات الماء - كما انهم تبينوا الطرق العلمية للزراعة لتحسين التقنيات الزراعية والتي اشتقوها من جمع المعلومات المتعلقة فى كل العالم.

فى بريطانيا بين القرن السادس عشر ومنتصف القرن التاسع عشر ظهرت ممارسات زراعية جديدة مثل الزراعة داخل سياج، الميكنة، الدورات الرباعية، التربية بالانتقاء مكن من النمو الزراعي غير المسبوق وساعد الثورة الصناعية. ظهر فى القرن الثامن عشر والتاسع عشر الصوب الزراعية اولا كانت لتربية ثنائى نباتات معينة ثم امتدت الى التكثيف الزراعي .

ادت تجارب التهجين (hybridization) فى اواخر القرن الثامن عشر الى تفهم الوراثة النباتية وبالتالي انتاج محاصيل مهيجنة. ظهرت فى القرن التاسع عشر صوامع تخزين الحبوب (silos) كما ظهرت روافع الحبوب (Elevators)

الحقبة الثانية للزراعة : العلم والثورة الصناعية (الثورة الخضراء) Science and Industrial Revolution (Green Rev.)

فى الحقبة الاولى اعتمد المزارع فى زراعته على تراكم الخبرة واعتمد فى تحسين انتاجية المحصول على انتاجية وحدة النبات او الحيوان حيث قام باختيار (Selection) اكثر النباتات انتاجية فى محصول موسم ما واحتفظ ببذور هذه الوحدات الاكثر انتاجية لزراعته فى موسم التالى، وكذلك فعل مع حيواناته حيث استخدم الحيوان الاكثر صحة الاكثر مقاومة للظروف السيئة والاكثر انتاجية للعناية به وتربيته وتكاثره. وكانت طريقة الاختيار (Selection) بوابة علم التربية (Breeding) عند علماء النبات والحيوان.

فى الحقبة الثانية ادى التقدم العلمى والثورة الصناعية الى ثورة زراعية اطلق عليها الثورة الخضراء (Green Revolution). وبوجه عام فلقد كان التقدم العلمى الذى حدث فى مجالات عديدة كما فى الوراثة والكيمياء والطبيعية وعلم وظائف الاعضاء (Physiology) وعلم الامراض (Pathology) وعلم الحشرات (Entomology) والرياضيات بالاضافة الى العلوم الهندسية ومجالات اخرى ادى الى سلوك العاملين بالزراعة ابعاد اخرى غير تقليدية اساسا على الاسس العلمية بالاضافة الى الخبرة لتحسين انتاجية النبات والحيوان. من اهم مظاهر تطور الزراعة فى هذه الحقبة ما يلى :

١ - التربية والهندسة الوراثية

Breeding and Genetics Engineering

كان الاختيار (Selection) بين النباتات وبين الحيوانات هي بداية مجال تربية النبات والحيوان حتى عام ١٩٠٠ حيث أدت قوانين مندل (Mendel) في الوراثة الى تأسيس مجال علم الوراثة والتي أدت الى ثورة في مجال التربية. في عام ١٩٢٠ ظهرت طرق انتاج الهجين (جمع الهجن Hybrid) والتي بدأت بهجين الذرة والتي نشأت عنها صناعة البذور. ابتداء من عام ١٩٥٠ ظهرت طرق عديدة لتربية النباتات وبعض محاصيل الخضار والفاكهة. تمكن المربيون من تطوير بعض النباتات لاماكن زراعتها تحت ظروف مناخية مختلفة عن مناخ اصل النبات وفي اماكن لم تكن مناسبة لها. من امثلة هذه النباتات الارز والقمح. تمكن العلماء كذلك من انتاج اصناف نباتات لنظم زراعة خاصة بمناطق خاصة. كما امكنهم ادماج بعض خصائص نبات ما في نبات آخر مرغوبة للمستهلك. وذلك كما يحدث في عمليات التطعيم (grafting) تمكنوا كذلك من رفع القيمة الغذائية للنبات والتحكم في ابعاد الوحدة النباتية لسهولة ميكنة عملية الحصاد. تمكن المربيون مع علماء الحشرات وامراض النبات من معرفة الميكانيكية الوراثية لمقاومة النبات للكائنات الحية والامراض. وبهذه المعارف ومن خلال الهندسة الوراثية ونقل الجينات تمكنوا من نقل صفات وراثية في نبات ما (مثل المقاومة للأمراض او المقاومة للملوحة) الى نباتات اخرى اقتصادية وذات انتاجية مرتفعة.

٢- نظم الري Irrigation Systems

الري من الفنون القديمة والتي بدأت مع معرفة الانسان للزراعة. الا انه مع تطوير الآت الثقيلة والقدرة الكبيرة لتحريك الأرض (earth moving) وحفر الآبار ومد الانابيب وضخ الماء الى انشاء نظم ري عديدة ومختلفة من قنوات مفتوحة ومن شبكات ري تحت ضغط (الري بالرش Spray والري بالتنقيط Drip). كما كان لاختراع المرفعات اثرا كبير في حفر القنوات خاصة في الاراضي الصخرية وانشاء السدود لتخزين المياه في انتاجيه الحاصل.

٢- الآلات والقوى الزراعية Farm Power and Machinery

بعد اكتشافات البنزول واختراع محركات الاحتراق الداخلي (ICE) ثم تصميم الجرارات ذات القدرات المختلفة لتناسب العمليات الزراعية المختلفة وعمليات واستصلاح الاراضي وتحريكها. مع وجود الجرارات امكن تصميم آلات الحراث العميق والطرحى والقرصى المطارحي والتي تحتاج الى قدرات كبيرة لجبرها، كما امكن زيادة السعة الحقلية في جميع العمليات الزراعية مما ادى الى امكانية انجاز هذه العمليات بالسرعات المناسبة وفي التوقيت المناسب.

تطور المعارف الهندسية والزراعية تطور تصميم الآلات المختلفة واخترعت الآلات الخاصة بعمليات زراعية مختلفة كعمليات تسوية الارض وشق المصارف واعداد مرقق البذرة والزراعة بدقة (Precision agric) وآلات الرش والتعفير بالمبيدات وآلات نشر السماد... وغيرها.

في هذه الحقبة ظهرت وازدهرت الهندسة الزراعية وتطورت وكان لها الأثر الكبير والفعال في تطوير الانتاج الزراعى بوجه عام. فلم تكتفى الهندسة الزراعية بعمليات الميكنة الزراعية والاستجابة لحاجة العملية الزراعية ولكنها تحولت الى مجال ديناميكي يشمل ضمنيا الميكنة الزراعية بمعناها اللغضى واللازم لتحويل العملية اليدوية الى عملية آلية ويشمل كذلك فكر تحسين اداء هذه العمليات ورفع كفاءتها وزيادة سعتها والتحكم فى الاداء. تشمل الهندسة الزراعية كذلك عمليات البحث المستمر للتصميم الأفضل وابتكار اجهزة قياس الاداء وابتكار اجهزة وآلات تساهم فى التطوير الزراعى.

٤ - النقل والتصنيع والتخزين الزراعى :

Agricultural Transportation , Processing and Storage

لزيادة السكان المضطردة على سطح الأرض ازدادت احتياجات البشر وتنوعت واستدعى ذلك نقل المحاصيل الزراعية من اماكن زراعتها لمسافات بعيدة بطرق نقل مختلفة (عربات، سكك حديد، سفن، طائرات) وتخزينها لفترات زمنية طويلة قد تصل الى العام كذلك المزارعين او الدول التى تنتج فائضا زراعيا يحتاج الى تسويق فائضه يحتاج الى نقله داخل البلد او خارجها عبر المحيطات والبحار. يستدعى ذلك المحافظة على قيمة المحاصيل والمنتجات الغذائية ضد التدهور والفساد الذاتى او بمساعدة وسائط من الكائنات الحية الدقيقة او الحشرات وكائنات اخرى. لذلك كان لعمليات النقل الآن السريع اهمية كبيرة.

وكان للهندسة الزراعية الفضل الاكبر فى تقديم العديد من التطبيقات الهندسية وتصميم الاجهزة والنظم والتقنيات اللازمة لحفظ الغذاء والمحاصيل

الزراعية بواسطة طرق عديدة للتجفيف والمعاملات الحرارية والتبريد والتجميد - ولم تكن عمليات الحفظ فقط هي مساهمة الهندسة الزراعية في هذا المجال من التصنيع الغذائي بل شملت العديد من عمليات تشكيل الغذاء وامتد نشاط الهندسة الزراعية الى تصنيع الاعلاف الحيوانية.

بوجه عام فلقد قام المهندسون الزراعيون باختراع العديد من الاجهزة والادوات والعدات التي تساعد المزارع في حصاد محاصيله، تصنيعها، تناولها، تسويقها وتخزين منتجاته. كمصانع تكرير السكر، تعليب الخضار والفاكهة، التجميد السريع للفواكه والخضروات والعجائن، مصانع تجفيف الالبان، انتاج العصائر... الخ.

٥ - مصادر القدرة الجديدة New Power Resources

اكتشاف الكهرباء ونشر شبكات الكهرباء ونظم التحكم واستخدام منتجات البترول ومحركات الديزل ذات القدرات الضخمة مكنت من انشاء محطات رفع على المجارى المائية مما زاد المساحات المنزعة المروية.

٦ - الزراعة المكثفة والزراعة الحديثة

Intensive Agriculture & Modern Agriculture

يعنى التكثيف الزراعى انتاج اكبر ودخل اكبر لوحدة المساحة ووحدة الزمن. يتم التكثيف الزراعى بطرق عديدة فقد تكون بزيادة انتاجيه الفدان او تقصير زمن الانتاج. ويعنى التكثيف الزراعى لكل مستفيد (Stakeholder) معنى مختلف. فالتكثيف الزراعى للمزارع يعنى انتاج اكبر ودخل اكبر لوحدة المساحة لوحدة الزمن. وللعالم يعنى كفاءة استخدام المدخلات inputs من

مغذيات nutrients وطاقة energy وماء فى الناتج لوحدة المساحة ووحدة الزمن. وبالنسبة للدولة وصانعى القرار يعنى المتوسط القومى للمحصول لوحدة الانتاج.

فى السنوات الاخيرة تردد فى الدول مفهوم تحديث الزراعة الا ان التحديث يختلف فى وجهات النظر فمثلا فى الدول الصناعية فان درجة التحديث لا تقاس فقط بالناتج ولكن ايضا بالخرج لوحدة زمن البشر (unit of human time) فى الدول ذات الوفرة فى الموارد الزراعية الطبيعية (الارض، الماء، الطاقة) فدرجة الميكنة (degree of mechanization) تسمح للمزارع بزراعة مساحات اكبر معيار آخر للزراعة الحديثة وكذلك أصبحت راحة وسلامة المزارع معايير هامة فى تحديث الزراعة. والميكنة تساهم بقوة فى زيادة الانتاجية حيث تسمح الميكنة بوضع البذور والأسمدة فى المكان والعمق الذى يعظم من انتاجية المحصول وهذا ما يطلق عليه الزراعة الدقيقة (Precision agriculture). استخدام الرى الحديث تحت ضغط و ميكنة الانتاج الحيوانى معايير أخرى للزراعة الحديثة .

الحقبة الثالثة : التنمية الزراعية المتسارعة Accelerated Agriculture Development

وهى الحقبة التى نعيشها الآن وتعبر عن التنمية الزراعية الجبرية Agriculture forced—pace خاصة فى الدول النامية developing countries والمتأثرة ليس فقط بالضغط الاقتصادى انما ايضا

بالضغط السياسى والبيئى والامن القومى. دخل فى هذه الحقبة عوامل جديدة تؤثر على التنمية الزراعية من اهمها التضخم البشرى ومحدودية الموارد الطبيعية للتنمية الزراعية والتلوث البيئى الناتج عن التنمية المتسارعة. ادت هذه العوامل الجديدة الى ظهور مفهوم الاستدامة (التواصل) Sustainability والتي يمكن تعريفها كالآتى :

الزراعة المستدامة : Sustainable Agriculture

هى الادارة الناتجة لموارد الزراعة الطبيعية والحيوية لتلبية الاحتياجات الانسانية للتغذية وضمان تنمية هذه الموارد لمواصلة الاحتياجات الانسانية المستقبلية عاجلا واجلا مع المحافظة على البيئة. وتتجلى الموعظة الالهية فى ادارة أنشطة الحياة لضمان استدامة الحياة هى الآية الكريمة فى سورة الرحمن :

(والسماء رفعها ووضع الميزان
الاعطافوا فى الميزان والقيموا الوزن بالقسط ولا
تفسروا الميزان) صدق الله العظيم

عوائق استدامة الزراعة :

عوائق الاستدامة كثيرة منها العوائق البشرية الناتجة عن الجهل او الجشع او فشل الادارة او انعدام الرؤيا او جميعها، ومنها العوائق الطبيعية التى تتمثل اساسا فى محدودية الموارد الطبيعية وتغير المناخ. وتتنوع العوائق البشرية من اجتماعية، ادارية وعالية. اما العوائق الاجتماعية فتشمل جهل المزارع فى التعامل مع الموارد الطبيعية كاللحاء والارض والطاقة. يظهر ذلك بوضوح فى الاستهلاك غير الواسع لياه الرى واستخدام المبيدات دون ترشيد مما يزيد من تلوث التربة وللواء. وعلى

المستوى الإدارى لعدم ادارة الكوارث البيئية بالكفاءة المطلوبة والتوفيت المناسب
يعتبر عائقا للتنمية المستدامة.

وعلى المستوى العالمى... فالدول تستهلك الوقود الاحفورى بشكل مكثف مما
يسبب تلوث البيئة عالميا والذي هو السبب الرئيسى لشكلة ثقب الاوزون. كذلك
الدول التى تقوم بازالة الغابات وهى التى تعتمد عنصر هام واساس فى توازن
البيئة.. فالنباتات تمتص ثانى اكسيد الكربون وتبعث الاكسجين لتعويض ما
يستهلك من الاكسجين وما ينبعث من ثانى اكسيد الكربون الناتج عن احتراق الوقود
ومشتقاته والمواد العضوية والمخلفات والذي يسبب تراكمه ظاهرة الاحتباس
الحرارى وارتفاع درجة حرارة الارض وتغير المناخ والذي قد يؤدي الى اختفاء اراض
كثيرة. من العوائق البشرية الهامة الزيادة المضطردة فى سكان الارض وزيادة احتياج
هؤلاء السكان من الغذاء وتغير نمط استهلاك الانسان فى التغذية وزيادة متطلباته.

المحددات الطبيعية :

١- التربة

التربة مورد طبيعى هام كبيئة لنمو النبات خاصة التربة التى تكونها
ترسبات الانهار كدلتا نهر النيل وضيعتيه بطول الوادى والتربة التى تتكون حاليا
حول بحيرة السد العالى - هذا المورد محدود بمساحاته على مستوى العالم وعلى
مستوى كل بلد. الا ان الانسان خاصة وللأسف فى البلاد النامية لم يكتفى بالحد
الطبيعى للمساحات فزاد هو من تحديد هذه المساحات بتجريف التربة واستخدام
الطبقة الغنية فى صناعات الطوب وكذلك بامتداد العمران والمباني الخرسانية على
الاراضى القديمة الاجود كبيئة للزراعة كما حدث فى مصر خلال الثمانينات
والتسعينات من القرن التاسع عشر ومازال لاسباب اجتماعية احيانا وسياسية

أحيانا أخرى دون التفكير في مستقبل الزراعة. كذلك ما حدث في بلدان أخرى كالبرازيل والتي قام السكان بإزالة مساحات كبيرة من الأشجار مما أدى إلى تصحر هذه الأراضي. هذا بالإضافة لفعّل الرياح والتي تسبب تحريك الكثبان الرملية مسببة التصحر لأراضي جيدة زراعيا كما يحدث في السودان. ويسبب محدودية التربة فقد توجه العلماء إلى بحث استخدام الماء كوسط بيئى لنمو النباتات (Hydraubonics).

٢ - الماء

ويقصد هنا بالماء العذب حيث أن مساحة مياه المحطات والبحار ذات الملوحة المرتفعة غير الصالحة لاستخدامات الإنسان تبلغ حوالى ٧٥ ٪ من مساحة الكرة الأرضية. إلا أن دورة المياه الكونية وتكون جبال الثلج في القطبين يجعل من المياه العذبة لاستخدامات الإنسان محدودة مهما زادت ويمكن حساب كميات الموارد المائية الحلو على سطح الأرض. كما أن توزيع هذه الموارد في العالم غير متوازن فنجد أنقى بلدان العالم مائيا هي كندا والتي لا يتعدى تعداد سكانها ٣٠ مليون نسمة في حين هناك بلدان محرومة كلية من موارد المياه السطحية وما يحدث الآن بين مصر والسودان في جانب كدول مصب نهر النيل وكل من إثيوبيا وأوغندا كدول منبع في دول النهر من مشاكل في تحليد نصيب كل دولة هو مؤشر هام لمحدودية كميات الماء المتوفر لسد رغبات وطموحات هذه الدول في التنمية الزراعية والصناعية.... الخ.

منذ عقود بدأ العالم في غزو الفضاء بحثا عن سبل الحياة في كواكب أخرى غير الأرض حيث محدودية الموارد الأرضية والمائية والحاجة إلى موارد أخرى تتوازي مع الزيادة السكانية المتسارعة. وفي آخر المحاولات (٢٠٠٩) أرسلت الولايات المتحدة الأمريكية مركبة فضاء على متنها صاروخا يتم قذفه إلى بركان على سطح القمر

بحثنا عن اثار الماء والحياة القديمة على سطح القمر فلقد ضاقت عليها الارض. وتعتبر اكبر استخدامات الانسان للمياه العذبة هي رى محاصيله. فمثلا تستخدم مصر ٨٥ ٪ من مواردها من الماء العذب في الزراعة.

ومن المحددات التى يصنعها الانسان استخدامه الجائر غير الواعى للمياه خاصة في الرى بالغمر (Flood) كذلك الاستخدام الجائر للمياه الارضية والتي من المفروض انها متجددة. الا ان الاستخدام الجائر لهذه المياه بفعل الآبار المتعددة دون ادارة جيدة ويتحاييل على القانون فيحدث ان يكون معدل استهلاك المياه الجوفيه اكبر من معدل الاستعاضة (Replenish). وهذا الفعل يؤدى الى زيادة ملحوظة مياه الآبار وكذلك التربة المحيطة اى يؤدى الى تلهور الماء والتربة. وقد حدث هذا في بعض الاراضى الصحراوية على الطريق بين القاهرة والاسكندرية لعدم الادارة الواعية للمياه الجوفيه.

طرق الرى غير المناسبة ذات الكفاءة المنخفضة تسبب مشاكل عديدة للتربة وتستهلك معدلات ماء اكثر من احتياج النبات.

٣ - الطاقة :

محدودية الطاقة غير المتجددة كالبترول، الفحم... الخ بمحدودية تواجدة في العالم... اما الطاقة المتجددة فمحدوديتها تظهر في عدم التوصل الى التقنيات التى تستخدم هذه الطاقة اقتصاديا بحيث يمكن الاعتماد عليها كبديل اقتصادى مناسب.

٤- المحيط البيئى The Atmosphere

زيادة الأنشطة الصناعية واستخدام الوقود الاحفورى والتقنيات المستخدمة لهذه الانواع من الوقود تسبب انبعاث غازات CO_2 والتي تسبب تدمير بعض الغازات الموجودة فى الطبقات العليا اهمها طبقة الاوزون مسببة تعرض الارض الى مستويات مرتفعة من الاشعة فوق البنفسجية. زيادة تركيز ثانى اكسيد الكربون فى الجو مسببا الاحتباس الحرارى او (greenhouse effect) مسببا ارتفاع درجة حرارة الجو ومؤثرا بشكل مباشر على مواعيد زراعة وحصاد المحاصيل. كما تسبب اذابة الجبال الثلجية فى القطبين مسببا ارتفاع مستوى المحيطات والبحار واغراق الاراضى المنخفضة كالدلتا فى مصر.

الفصل الثالث

الهندسة الزراعية

(الماضي والحاضر والمستقبل)

تاريخ المكنة ومستقبل الهندسة الزراعية والحيوية :

في بداية الزراعة استعمل الانسان يديه لحفر حفر لوضع البذور وحمل بنفسه الماء من مصدره الى النباتات واعتنى بنباته حتى الحصاد الذي تم ايضا يدويا ولاشك كانت كل الاعمال الزراعية تتم يدويا لذلك لم يزرع الانسان الا ما يكفيه وعائلته.

في اغلب الظن ان اول آلة استعملها الانسان كانت لفرض الحفر او الحرث. وفي اغلب الظن ايضا ان اول محراث كان عبارة عن عصاه تستخدم في الحفر باليد لعمل مجرى توضع فيه البذور. جاء بعد ذلك ما يشبه الجاروف مصنوع من الخشب تستخدم معه القدم واليد ليخترق جزء اكبر من الارض وليقلب الارض قليلا. كما ظهر بعد ذلك الفأس وادت هذه الاختراعات الى التطور الطبيعي للمحراث الذي يجر بواسطة الحيوان.

تظهر الرسومات الفرعونية في مصر استخدام الفراعنة منذ عدة الاف من السنين للمحراث الى المجرور بالثيران. كما ظهر للمحراث الخشبي ذو السلاح الواحد والمجرور بالثور في انجلترا في عهد الساكسون. كما ظهرت العزاقات الخشبية والتي كانت عبارة عن مجموعة من العصي متصلة جميعها بهيكل خشبي في القرن العاشر.

لم يبدأ استخدام الات الحرث او تقليب الارض الا بعد اكتشاف الحديد وتصنيعه حيث بدأت مرحلة استخدام بعض الات للحرث وبعضها للحصاد كالمنجل

وبعضها لما بعد الحصاد لعمليات ضرب الارز وطحن القمح وبعضها لرفع الماء الا ان الميكنة لم تكن مكتملة حيث كان مصدر قوة الشد اما الانسان او الحيوان في العمليات التي احتاجت فترة اكبر كحرث الارض على اعماق اكبر نسبيا و رفع الماء مسافات اكبر. وقد راي القرن الثامن عشر تقدما ملحوظا في صناعة الة التسطير. كما راي بداية اختراع الة اللراس والتذرية للحبوب.

لم تكتمل عمليات الميكنة الزراعية الا بعد اكتشاف الفحم واختراع الالة البخارية والتي كان لها الاثر الكبير على مكنتة الزراعة واستخدمت في جر المحارث الكبيرة والآلات الثقيلة الاخرى التي ظهرت بظهور الالة البخارية.

في القرن التاسع عشر بدأ اختراع الات الحصاد الميكانيكى وتحسين الات اللراس. وصل استخدام الالة البخارية في الزراعة الى انصافها في بداية القرن العشرين وحتى اكتشاف البترول واختراع الات الاحتراق الداخلى وظهر اول جرار يعمل بالاحتراق الداخلى. وحتى بداية هذا القرن كان التقدم في المكنتة الزراعية بطيئا حيث كان يعتمد على معلومات محدودة واقتصر تصنيع الآلات على امكانيات حداد ونجار القرية المحدودة للغاية. الا ان اهمية الآلات والقوى الزراعية للمزارعين وكانت اساسا لزيادة المساحات المنزرعة او لنقص الابدنى العاملة.

وحتى هذا الحين لم يكن هناك مجالا خاصا بالهندسة الزراعية الا انه حتى عام ١٩٠٦ كان هناك ما يسمى بهندسة الزراعة والتي بدأت اصلا كاجزاء متناثرة تحت تخصصات هندسية ملائمة ومعروفة في هذا الحين فبدأت الآلات والقوى الزراعية تحت تخصص الهندسة الميكانيكية. ولذلك اطلق على هذا الفرع من الهندسة الميكانيكية (الميكنة الزراعية) Agricultural Mechanization

ولذلك تعرف الميكنة الزراعية على أنها : تحويل العمليات الزراعية من عمليات يدوية الى عمليات زراعية تستخدم الآلات وتستبدل القوى البشرية والحيوانية بقدرات الية وذلك لزيادة مفرجات الزراعة.

كما بدأت المنشآت الزراعية وتخطيط القرى والرى والصرف الزراعى والمساحة تحت تخصص الهندسة المدنية. كما تبعت اجهزة وصوامع الحبوب للهندسة المدنية.

مع دخول عصر التصنيع **Industriation** وبداية الصناعات الكبيرة والحاجة المتزايدة للميكنة الزراعية فى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، اخذت صناعة الآلات والجرارات الزراعية شكلا جديدا متطورا وصنعت الآلات بابعاد هياسية وقطع غيار كما ظهرت آلة الحصاد المجمعمة **Combine** وبدأت الهندسة الزراعية عصرها الذهبى.

ففى خلال الحربين العالميتين الاولى والثانية زاد الطلب على المنتجات الزراعية وقل فى نفس الوقت عدد العاملين بالزراعة لانشغالهم اما فى الحرب او للعمل فى مصانع تعطى اجور اعلى. وقد ادى هذا الى زيادة الحاجة الى استخدام الآلات عن ما قبل فريما كانت الحاجة الى احدى عاملة ونقصها بمثابة الدافع الحقيقى لتقدم استخدام الآلات الزراعية وتطورها فى العصر الحديث ذلك حيث لم يتوافر التطور بعد انتهاء الحرب بل زاد معدل زبادة كبيرة. ومن العجيب ان يصبح سبب تطور الآلات الزراعية فى بنائها هو نفسه القرض من التطور فيما بعد فقد اصبح

تقليل عدد العمال الزراعيين اللازمين للزراعة هو غرض من افراض تطور اختراع الآلات الزراعية.

امكن انجاز العمليات الزراعية بسرعة لم تكن ممكنة من قبل، كما ان تطور السكك الحديدية وشبكات الطرق السريعة وزيادة استخدام النقل في الحاويات containers وصناعة التبريد خاصة في الدول المتقدمة كانت ايضا هامة لنمو الزراعة الميكنة.

ومما لاشك فيه تأثير العربيين العالميتين الاولى والثانية على استخدام الآلات في التصنيع الغذائي وتطورها خاصة في صناعة الحفظ والتعليب والتجفيف وذلك لامداد الاعداد الكبيرة من العيوش بالمواد الغذائية المحفوظة. ان استخدام الآلات في الانتاج الزراعي كان له فضل كبير في التنمية الزراعية في كثير من بلدان العالم كالولايات المتحدة الامريكية وانجلترا وكثير من دول اوروبا. وقد تنبّهت بلدان العالم النامية الى هذه الحقيقة فبدأت في احلال القوى والآلات الزراعية مكان الحيوانات والآلات القديمة اليدوية. كما ان استخدام القوى والآلات الزراعية ادى الى وفرة الابدى العاملة التي يمكن ان توجه الى الصناعة والتنمية الصناعية والتي اكثر ما تظهر في تاريخ امريكا الحديث.

ولنجاح استخدام الآلات الزراعية يجب ان يكون ذلك بالتعاون المستمر مع جميع افرع الانتاج الزراعي الاخرى حتى تتناسب الآلة مع مواصفات النبات او تتناسب مواصفات النبات مع امكانية الآلة.

مع زيادة المعارف الخاصة بالنبات واحتياجاته من التربة والماء والظروف البيئية بدأ الإنسان في استخدام الاسس الهندسية والرياضيات لتصميم الاته وتحسين اداء الالة واداء الجرار... فلم تصبح الميكنة الزراعية تعبيرا شاملا واصبح تعبیر الهندسة الزراعية هو السائد والاشمل ولقد ظهر اول قسم متخصص في الهندسة الزراعية في امريكا في جامعة ولاية ايوا عام ١٩٠٦ وفي عام ١٩٠٧ انشا اول جمعية للمهندسين الزراعيين الامريكيين. وانضمت كل هروع الهندسة الزراعية المعروفة آن ذاك تحت تخصص جديد هنسمى يسمى الهندسة الزراعية كما ظهرت تخصصات اخرى مؤخرا انضمت تحت مظلة الهندسة الزراعية اهمها هندسة التصنيع الغذائي. وقد ازدهر هذا التخصص اثناء وبعد الحرب العالمية الثانية وذلك للحاجة الى الاحتفاظ بالغذاء دون فساد لفترة زمنية طويلة.

وكان من اهم نتائج انتشار استخدام الات الزراعية تحسين طرق ادارة المزارع وتوفير الوقت والجهد للمزارع للتفكير والتخطيط. كما ان استخدام الات الزراعية يساعد كثيرا على التوقيت الصحيح، فبعض العمليات الزراعية لابد وان تؤدي في فترة زمنية وجيزة لضمان القيمة العالية للنتاج الزراعي، امكانية استخدام الات يسرع من انجاز هذه العمليات واتمامها في الوقت المطلوب. كما ان المكننة الزراعية تعمل على توفير بيئة العمل الصالحة وانجاز بعض الاعمال التي قد يكون من المستحيل انجازها باليد العاملة. في الولايات المتحدة الامريكية عام ١٩٩٠ ظهر اول جرار واطلاق عليه الشيطان في عام ١٩٠٦. ظهر جرار فورد في عام ١٩١٧ ثم جرار فارمال عام ١٩٢٣ وكانت كل الجرارات حتى هذا الوقت تتحرك على عجل من العجل.

وخلال ثلاثينات القرن العشرين بدأ استخدام العجل الكوتش ذات الضغط المنخفض وظهرت جرارات فرجسون ثم انتشر استخدام الجرارات التى تعمل بالديزل.

كذلك بدأ الاهتمام بأمن السائق وراحته فزود الجرار بكابينة تحميه من أى حوادث ومن أى صوت مزعج خارجى. كما زود الجرار بأجزاء لنقل القدرة بأشكال مختلفة أثناء حركة الجرار أو أثناء وقوفه فزودت به طارة يمكن بها نقل الحركة آلات الدراس أو طعن وخلافه. كذلك زود بعامود إدارة خلفى لإدارة بعض الآلات الزراعية أثناء الحركة. كما زود بجهاز رفع هيدرولى لرفع الآلات والتحكم فى عمق الحرث أو البذر وخلافه من العمليات كما زود بنظام شبك للآلات الزراعية تسمح برفع الآلة الزراعية والتحكم فى حركتها ثم استخدام الكاتينة للجر على الأرض المنزقة.

وبالنظر الى المستقبل فهناك بحوث تجرى فى إنجلترا وأمريكا لإنتاج جرارات تعمل دون استخدام الإنسان. فى الاتحاد السوفيتى تستخدم القضبان المعلقة لتوجيه الجرارات. ويستخدم هذا النوع فى مساحات مستطيلة كبيرة.

لذلك فإن العمل فى مجال الهندسة الزراعية يضع خريجى الهندسة الزراعية فى تحديات أكبر من التحديات التى يلاقيها المهندس العامل فى مجالات هندسية أخرى.

وبالنظرة العامة لإنتاج الآلات الزراعية فى العالم فإن هناك اتجاهين فى تصميم وإنتاج هذه الآلات.. الأولى والنزى تتزعمه الولايات المتحدة الأمريكية وهو

إنتاج الآلات الضخمة والجرارات ذات القوى العالية والتي تصلح لزراعة الأراضي الشاسعة وهي ثلاثم إلى حد كبير نظام الزراعة في الولايات المتحدة كما ثلاثم إلى حد ما الأراضي للمستصلحة بمساحات شاسعة إما الاتجاه الآخر وهو ما يسمى بالتكنولوجيا الملائمة وتزرعها اليابان والتي تنتج آلات صغيرة تستخدم في مساحات محدودة وبمواصفات خاصة ثلاثم الظروف الخاصة بالبيئة المحلية ويصلح مثل هذا الاتجاه في البلاد النامية والتي تعمل على نشر المكننة الزراعية. كما تصلح للمساحات الصغيرة نسبياً والأراضي القديمة في مصر والمكبات الصغيرة. هناك العديد من محاصيل الخضار والفواكه التي تحتاج إلى مزيد من البحث والتصميم لمكننة بعض العمليات الخاصة بانتاجها وخاصة عمليات الزراعة والحصاد والتعبئة. كما أن هناك العديد من العمليات الزراعية التي تحتاج إلى تحسين في طرق مكننتها. كذلك بدأ التحكم الآلي يدخل في الانتاج الزراعي وأكثر ما يكون في التصنيع الغذائي. كما أنه من المتوقع أن يدخل في عمليات الانتاج الزراعي في الحقل. وبذلك يبعد الإنسان أكثر وأكثر عن التدخل في انجاز العمليات المختلفة وتوفيت انجازها. تطور الهندسة الزراعية أو كما يسميها البعض مكننة الزراعة أي إحلال القوى الآلية والآلات مكان القوى البشرية والحيوانية لم تحل بطريقة مستمرة ولكنها حدثت بطريقة متقطعة وأغلبها كان يمر بالتجربة والخطأ. كما أن هذا التطور أو التغير في بعض الأحيان كان يواجه بمعارضة من بعض المزارعين وكان في بعض الأحيان يحتاج إلى شجاعة المزارع لدخول التجربة مع احتمال الفشل.

في عام ١٩٧٠ أكثر من نصف القوى العاملة بالولايات المتحدة الأمريكية كانت تعمل بالحقول أي بالعمل الزراعي وفي عام ١٩٦٠ قلت العمالة الزراعية لنفس

الرقعة الزراعية عامل زراعى واحد يقوم بعمل ١٢ عامل فى السابق وفى عام ١٩٧٦ وصلت النسبة من ١ إلى ٢٦ هذا مع زيادة الارض المنزوعة وزيادة الانتاج الزراعى.

الهندسة الحيوية Biological Engineering

عندما بدأ العلماء فى تحويل المعارف العلمية المشتقة من الطبيعة The nature الى معارف هندسية تتحول الى تقنيات تخدم المجتمع كانت علوم الطبيعة (Physical Sciences) هى اول المعارف العلمية التى تحولت الى معارف وعلوم هندسية وظهرت منها الهندسة المدنية والميكانيكية ثم الكهربائية ثم علوم هندسية وظهرت منها الهندسة المدنية والميكانيكية ثم الكيمائية. الا ان الهندسة الزراعية نشأت اساسا من المعارف الهندسية المدنية والميكانيكية والكهربائية. فى العقدين الاخيرين بدأ مجال جديد هندسى يشتق معارفه وفوائده من المعارف والعلوم الحيوية (Biological Science and Knowledge) ويطلق عليه مسمى الهندسة الحيوية مع العلم ان اول من ابتكر تعبير الهندسة الحيوية عالم بريطانى (Heinz Wolff) عام ١٩٥٤. يمكن تعريف الهندسة الحيوية كما يلى :

الهندسة الحيوية : هى المجال الهندسى الذى يستخدم المعارف والعلوم الحيوية والطبيعية والكيمائية والاسس الهندسية لوصف سلوك النظم الحيوية (Biosystems) والعمليات الحيوية (Biological processes) وتصميم التقنيات الهندسية الحيوية لمواجهة التحديات فى مجالات الاحياء (Biology) والطب (Medicine).

تستخدم الهندسة الحيوية المعارف والخبرات من عدد من العلوم الأساسية والهندسية والتطبيقية مثل انتقال الحرارة والمادة، علوم الحركة، الوسائط الحيوية (Biocatalysts)، الميكانيكا الحيوية (Biomechanics)، المعلومات الحيوية (Bioinformatics)، عمليات الفصل والتنقية (Seperation and Purification Processes)، تصميم المفاعل الحيوي (Bioreactor design)، علم الأسطح (Surface Science)، ميكانيكا الموائع، الميكانيكا الحرارية، علم البوليمر (Polymer Science) تستخدم هذه المعلومات فى تصميم الادوات الطبية واجهزة التشخيص (Diagnostic equipment) ومواد التوافق الحيوى (biocompatible materials). كما تطبق الهندسة الحيوية هذه الاسس الهندسية فى السلسلة الكاملة للنظم الحية (Living Systems)، شاملة العلوم الحيوية الجزيئية (Molecular biology) والكيمياء الحيوية (biochemistry)، وعلم الكائنات الحية الدقيقة (microbiology) بالإضافة الى بعض التخصصات الطبية والصيدلانية. تتعامل الهندسة الحيوية فى مجالات الاستدامة (Sustainability) والتحليل (analysis) لتحسين واستخدام النظم الحيوية.

تطبق الهندسة الحيوية كذلك فى التمديلات البيئية مثل حماية سطح التربة، تثبيت الاراضى وحماية الشواطئ، مصدات الرياح، الموانع النباتية (Vegetation barriers) كموانع الصوت والرقيا وتحسين بيئة مساحة معينة.

يستخدم المهندسون الحيويون (Bioengineers) اساسيات علوم الحياة والادوات الهندسية لتصميم و لتخليق مواد ومنتجات مفيدة وملموسة.

بوجه عام يحاول المهندس الحيوي ان يحاكي النظم الحيوية او تعديلها او التحكم فيها لتحل مكان العمليات الكيميائية والميكانيكية او تساعدها.

حتى الان لم يظهر برامج دراسة للهندسة الحيوية فى الجامعات المصرية سواء مستقلة او ضمن برامج الهندسة الزراعية. الا ان بعض اقسام الهندسة الزراعية قامت بتعديل مسمى القسم العلمى من الهندسة الزراعية الى الهندسة الزراعية والنظم الحيوية وذلك بهدف البدء فى اضافة بعض مقررات الهندسة الحيوية وتنمية هذا المجال الحيوى ذا المستقبل الحيوى.

ومن امثلة مواضيع البحوث القائمة والتي يمكن تحويلها الى مقررات فى الهندسة الحيوية :

- هناك العديد من الدراسات على تأثير الضغط المرتفع على مواصفات الجودة للفواكه والخضروات خاصة اثناء التخزين.
- تأثير الضغط الهيدروستاتيكي المرتفع على الانزيمات والكائنات الحية الدقيقة المرتبطة بالفذاء مع الابقاء على الخواص المميزة للمنتج.
- تأثير الضغط على النشاط الفسيولوجى للمنتجات.
- تأثير الضغط المرتفع على التفاعلات الكيميائية المتعلقة بجودة الفذاء.
- الضغط المرتفع كطريقة تصنيع فعالة فى صناعة الفذاء.
- الاجهادات الحرارية على النباتات ومدى تحملها للحرارة.
- تأثير درجة التخمر والتجميد وظروف التجميد على تثبيط وتنشيط البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة فى الفذاء.

- تقييم تأثير عمليات ما بعد الحصاد على التلف في حيوية خلايا وأنسجة الأغذية سريعة التلف.
- دراسة ميكانيكية التمثيل الضوئي Photosynthesis للنبات وتأثيره بالعوامل المناخية.
- طرق قياس التغيرات الفسيولوجية للثمار والأوراق على النبات قبل الحصاد وحتى النضج وكذلك بعد الحصاد وتحت ظروف مختلفة من التخزين.
- قياس جودة الفواكه والخضروات.

سوق العمل لخريجي الهندسة الزراعية

Job Market for Agricultural Engineering Graduates

الهندسة الزراعية المهنة الغائبة عن السوق المصرية والتي حتى الان لا ترى لها هوية واضحة ولا يتمتع خريجوها بمسمى واضح يفرقهم عن الآخرين.. فخريج الهندسة الزراعية هو مهندس زراعى كما هو خريج اى قسم او برنامج دراسى اخر فى كليات الزراعة.. لذلك يتوه خريجوا الهندسة الزراعية بين اقرنائهم من خريجي الاقسام الاخرى لكليات الزراعة.

والحقيقة الغائبة ان هذه التسمية لا يجب ان تنطبق على اى خريج من اقسام كليات الزراعة ماعدا خريجي الهندسة الزراعية حيث يطلق على خريجي الهندسة الزراعية فقط فى العالم مسمى Agricultural Engineer اى المهندس الزراعى..

فى مصر يرتبط مسمى مهندس زراعى باذهان العامة باى خريج لكلية الزراعة بغض النظر عن تخصصاتهم وخلفياتهم العلمية.. فخريج قسم المحاصيل

هو مهندس زراعى بالتعريف المصرى اما بالانجليزية هو Agronomist وخريج الاقتصاد الزراعى هو مهندس زراعى ولو انسه بالانجليزية Agricultural Economist وهكذا لكل مهنة زراعية مسماها الحقيقى بالانجليزية ومساها للعمم والوحد بالعربية.. ولاشك ان هذا يهدر مفهوم كل تخصصات وبرامج كلية الزراعة للتنوعه وقيمتها الحقيقية وحاجة السوق اليها.. وحتى نحدد متطلبات سوق العمل لخريجى اقسام الهندسة الزراعية قد نبدا بالسؤال عن مدى احتياج سوق العمل الى خريجى الهندسة الزراعية وهل يبحث سوق العمل عنهم.. هل يدرك سوق العمل ميزة ما فى خلفية خريج الهندسة الزراعية حتى يفضله عن غيره من خريجى اقسام الهندسة او اقسام الزراعة.. لقد ظل خريج الهندسة الزراعية حائرا فى سوق العمل لا يملك هوية واضحة ومحددة ومعلنة ينافس خريجى الهندسة من ناحية وخريجى الزراعة من ناحية اخرى واصبح كمن (يراهق على السلم) لا يمكن استخدام كلمة مهندس او هندسة على اطلاقها دون ربطها بقطاع انتاجى او خلعى فالمهندس المدنى يقوم بتفعيل خلفيته الهندسية فى قطاع الانشاءات والمهندس الميكانيكى يستفيد بدراسته الهندسية فى القطاع الميكانيكى وكذلك مهندس الكهرباء والعمارى والكيميائى... الخ.

من هذا المنطلق يمكن تعريف المهندس الزراعى (خريج الهندسة الزراعية) على انه المهندس الذى يستخدم معلوماته وخلفيته الهندسية وتطبيقها فى قطاع الزراعة والتعامل مع كل ما يرتبط بالانتاج الزراعى وافتاج الغذاء وتداوله وتسويقه.. وقد يتفرع هذا التخصص الى تخصصات اخرى اكثر دقة فهندسة انتاج المعاصيل قد يكون فرعاً متخصصاً يعمل خريجوه فى ميكنة عمليات انتاج المعاصيل الحقلية والبستانية بدءاً من استصلاح الاراضى وتسويبه التربة والحرق

والزراعة بالبذرة او الشتلة او الدرنه ورعاية المحصول ووقايتها والرى والتسميد ثم
 ميكنة الحصاد والدراس... الخ . من الواضح ان سوق العمل لهذا النوع من الخريجين
 يكون اساسا فى مزارع الانتاج النباتى من محاصيل حقلية او محاصيل بستانية
 خاصة وقد ازدادت اعداد هذه المزارع فى الاراضى الصحراوية ومعظمها ينتج
 للتصدير... قد يأتى قطاع صناعة الغذاء Food Industry كقطاع صناعى
 زراعى كبير كسوق عمل كبير لخريجي الهندسة الزراعية خاصة المتخصصين منهم
 فى فرع هندسة التصنيع.. ومن التحول العالى الى منظومة السوق الحر وتبعية
 السوق العلى لمطالبات السوق العالى ظهر العديد من الشركات الاستثمارية والمتعددة
 الجنسيات فى قطاع صناعة الغذاء والتى تعتبر سوقا جديدة وشرهة لخريجي
 هندسة التصنيع الغذائى بشرط التأهيل المناسب..

كما اصبح التصدير بوجه عام مصدرا اساسيا من مصادر الدخل القومى
 واصبح التصدير الزراعى والغذائى مكونا رئيسيا من مكونات التصدير لذلك فانه
 كلما ازداد وتنوع التصدير الزراعى ازدادت متطلبات السوق من اعداد ونوعية
 الموارد البشرية المتخصصة من الجامعة والتى لا تتوفر الا فى خريج درس العلوم
 الهندسية والزراعية والحيوية وتطبيقاتها فى هذا القطاع خاصة فيما يتعلق
 بتداول وتخزين وتصنيع المنتجات الزراعية... ولا يتوفر ذلك الا فى خريجي
 الهندسة الزراعية. لاشك ان قطاع الانتاج الحيوانى والداجنى والسمكى هى اسواق
 عمل كبيرة ومتنوعة لخريجي الهندسة الزراعية خاصة المتخصصين فى هندسة
 المنشآت الزراعية والبيئة الحيوية.. انتاج الطاقة الجديدة والمتجددة من المنتجات
 والمخلفات الزراعية والغذائية واستخدامها فى الزراعة مجال اخر لاستقطاب خريجي
 الهندسة الزراعية والنظم الحيوية كذلك شركات تدوير المخلفات المنزلية والزراعية

وتصنيع الاسلحة العضوية مجال اخر للعمل شركات تصنيع وتوزيع وتصميم اجهزة وشبكات الري الحديث اصبحت سوق عمل كبير لخريجي الهندسة الزراعية، كذلك شركات تصنيع الآلات الزراعية ومحطات الميكنة الزراعية التي تنتشر في مصر شمالا وجنوبا منها ما هو خاص ومنها ما يتبع وزارة الزراعة، كذلك محطات بحوث واختبار الآلات والجرارات التابعة لوزارة الزراعة تستوعب العديد من خريجي الهندسة الزراعية.

بعد تحديد سوق العمل في القطاع الزراعي يبقى تحديد متطلبات هذا السوق من خريجي الهندسة الزراعية...

متطلبات سوق العمل من خريجي الهندسة الزراعية

في دراسة متطلبات سوق العمل تم اتباع عدة طرق في محاولة لحصر متطلبات سوق العمل في مؤهلات خريجي الهندسة الزراعية والتي اشتملت على :

- الاستبيانات Questionnaires
- دعوة متحدثين خبيراء من سوق العمل Invited Key Speakers
- المقابلات الشخصية Personal Interviews
- استعراض البرامج الدراسية غير المصرية للهندسة الزراعية
- Review of non- Egyptian Agricultral Engineering Programs

ويمكن تلخيص نتائج الاستبيانات في الآتي :

- اكساب الخريجين مهارات تنافسية تضعه في منافسه مع غير المتخصصين في مجالات الهندسة الزراعية.

- الاهتمام بمواصفات الجودة لاي منتج.
- مواكبة التقدم السريع فى تقنيات المعدات والاحجهزة والالات الزراعية.
- ادخال ثقافة الحفاظ على البيئة من خلال البرنامج الدراسى والمقررات.
- يحتاج السوق الى خرجين على دراية بالصناعات الصغيرة فنيا وماليا واداريا خاصة الصناعات الفنية فى مجالات الهندسة الزراعية مثل قطع الفيار والمعدات الصغيرة والتي تساعد على خلق فرص عمل للخريجين بعيدا عن الجهاز الحكومى.
- اصبحت ميكنة الحيازات الصغيرة ومعدات الصناعات الصغيرة من التحديات الكبيرة للبرامج التعليمية فى الهندسة الزراعية.
- تسارع معدلات التغير فى كافة نواحي الحياة مما يؤدى الى عدم استقرار مفهوم التنمية المتواصلة لدى الخريج فى تطبيق التقنيات الحديثة فى الميكنة الزراعية.
- تغير متطلبات سوق العمل مع جمود البرامج والمقررات التعليمية..
- وفى حين تتغير هذه المتطلبات نتيجة استيراد المزارع الانتاجية الكبيرة لاجل تحديث تقنيات انتاج آلات من الدول المتقدمة فى ظل الاعتماد على سياسة استيراد تقنيات مقفلة Turn – Key Systems وتعتمد فى تشغيلها واصلاحها على خبراء اجانب... ونتيجة لهذه السياسات فى الاستيراد والتصنيع فقد تغيرت مؤهلات الخريج المطلوبة للعمل فى هذه المصانع وازداد الطلب على المهارات الادارية والشخصية والتنافسية والولوجية على حساب الطلب على المهارات الفنية.

- زادت الحاجة الى التدريب العملى الميدانى داخل المزارع والمصانع وورش الانتاج المختلفة.
- اصبح التمكن من اللغة الانجليزية كتابة وقراءة وتحفنا من المتطلبات الهامة لسوق العمل.
- اصبح درجة معرفة وتمكن الخريج من استخدام برامج الحاسب الالى والرسوم والتصميمات الهندسية من المتطلبات الاساسية لسوق العمل.
- ضرورة اعادة النظر فى محتويات المقررات الدراسية فى مجالات التخصص وتطويرها بما يتناسب واحتياجات السوق.
- اهمية الجودة والمواصفات القياسية للتمكن من المنافسة العالمية.
- التعامل مع مشاكل المزارعين ومنتجى ومستخدمى المعدات الزراعية كمدخلات فى مقررات التخصص.
- ربط بعض المقررات بقضايا المجتمع والبيئة.
- دراسة الاسواق العربية والافريقية و متطلباتها من خريجي الهندسة الزراعية.
- الخبرة الفنية المرتبطة بطبيعة التعامل مع الماكينات وكذلك الالمام بطبيعة عمل الشركات فى السوق المحلى من المعايير الهامة بالاضافة الى اللباقة فى التعامل والنكاه الاجتماعى.
- اهمية الزيارات الميدانية الالمام بالتقنيات الجديدة والاحتكاك بالعاملين فى موقع العمل من خلال الزيارات الميدانية .

ومن الخبراء الذين ادلوا بأرائهم :

١. الدكتور / اسامة خير الدين

رئيس المجلس السعوى للحاصلات الزراعية Agricultural Commodity Council
تحدث الدكتور اسامة عن الرؤية Vision ، للهيئة Mission، الاستراتيجية
Strategy للمجلس السعوى بالنسبة للانتاج الزراعى ذو الجودة العالية والصادرات
الزراعية ومتطلبات سوق التصدير (السوق العالمى) .. كما تحدث عن دور خريجي
الهندسة الزراعية فى عدة مجالات هى :

• ميكنة العمليات الزراعية ونظم الميكنة للتكاملة واختيار الآلات والجرارات
والمعدات الزراعية المناسبة والتشغيل الاقتصادى لهذه الآلات.

• تصميم وإنشاء شبكات الري الحقلية واستخدام نظم الري الحديثة المناسبة
وإدارة استخدام مياه الري بكفاءة وكذلك دور الخريجين فى تصميم وإنشاء
شبكات الصرف المغطى

• تحليل بيانات محطات الارصاد الجوية لحساب التحكم فى مواعيد الزراعة
والحصاد وفى معدلات الري وتوزيعها.

• ميكنة عمليات الحصاد وفى الوقت المناسب بما يتناسب فنيا واقتصاديا مع
المحصول وباقل فاقد ممكن.

• تدوير واستخدام المخلفات الزراعية.

• عمليات الفرز الآلى والتنظيف والتجريح والتعبئة واختيار العبوات المناسبة
حجما ونوعا.

• عمليات حفظ المحصول بجودة الحصاد والمحافظة على هذه الجودة بطرق الحفظ المختلفة خاصة التبريد السريع المباشر للمحاصيل البستانية الطازجة من خضر وفواكه وزهور Quick or Primary Cooling الذى يتم غالبا فى الحقل وعمليات النقل المبرد Cold Transportation والتخزين البارد Cold Storage وكذلك طرق الحفظ الأخرى كالتجميد لأنواع خضروات طازجة وكالتجفيف للمحاصيل الحقلية كالبصل والثوم والبطاطس والأرز والنباتات الطبية والعطرية.

وقد أظهر الدكتور أسامة فى حديثه عن امكانيات عديدة لاستخدام خريجى الهندسة الزراعية بعد تاهيلهم تاهيلا عاليا خاصة وان هذا المجلس يضم المشتغلين بالأنشطة ذات الصلة بالصادرات الزراعية وهم عديد، منتجون، مزارعون، شركات نقل، شركات تعبئة وتغليف، شركات إنتاج مواد التعبئة والتغليف، علماء، خبراء من الجامعات ومراكز البحوث وجمعيات وهيئات حكومية وعالمية.

• إضافة الى التاهيل المعرفى والتدريب الفنى خلال الدراسة اشر الى بعض المتطلبات الأخرى التى لابد ان يتحلى بها خريج الهندسة الزراعية :

• كالاتهام بالوصفات القياسية لجودة المنتج وللالات والمعدات.

- النظم العالمية للتحكم فى جودة المنتج.
- امكانية الادارة والمتابعة وكتابة التقارير.
- الاهتمام بالبيئة وصحة العاملين.
- اصبحت مهارات استخدام اللغة الانجليزية والتعامل مع الحاسب الالى من الاهمية لكل الخريجين.

٢. المهندس / طارق إبراهيم عبده

مدير التخطيط والسوقيات بشركة يوني ليفر

Planning and Logistics Manager at Unilever Co.

تحدث المهندس طارق عن احتياجات ثقافة السوق متعدد الجنسيات من الخريج (Multinational Market Culture Needs of the Graduate) وتحدث عن نوعيه ومستوى الخريج المتقدم لشغل وظيفة كمستوى دخول الوظيفة (Level Entry) حيث يتم تقييم المتقدم الى وظيفة من خلال مقابلة شخصية او اكثر مع مسئول الموارد البشرية (Human Resources) ثم مع مسئول فنى. وخلال هذه المقابلات الشخصية يتم تحديد قدرات المتقدم الشخصية والمهارات الفنية وغالبا ما يتم تحديد قدرات المتقدم الطبيعية اما ان يكون توجهه فنيا ويستخد كمهندس Engineer ويكون عمله فنيا او ان يكون توجهه وامكانياته ادارية ويمكن استخدامه كمدير Manager على خط التاج.

تحدث عن المهارات مقابل الصفات التنافسية

Skills Versus Competencies وقسمها الى مجموعتين

• مجموعة المهارات الفنية Technical Skills

• مجموعة المهارات المرتبطة بالوظيفة Position Related Skills

كما قام بتحديد اربعة معايير مناهضة هي :

• مهارة القيادة Leadership Skills

• امكانية العمل بفاعلية مع الآخرين

Ability to Work Effectively with Others

• مهارات تطوير الذات والآخرين Developing Self and Others

• التفكير الابتداعي Breakthrough Thinking

هى حصر الصفات التنافسية التى يحتاجها سوق العمل فى شركات متعددة الجنسيات قسم الهندس طارق مجموعة الامكانيات التى يجب ان يتحلى بها المتقدم الى العمل وكذلك المهارات المنبثقة من كل مجموعة ومؤشرات هذه المهارات التى تعتمد اساسا على طبيعة العمل كما يلى:

❖ القدرة الذهنية Intellectual power

- مهارات وضوح الهدف..... ومؤشراتها
- وضع الاولويات
- التعامل مع عدد من الاشياء
- تقليل الضواهد
- مهارة الابداع العملى
- خفض الوقت اللازم لعمل معين
- تقرير الفاقد اليومى
- حصر الاعمال اليومية
- القدرة التحليلية الهادفة
- عمل خطة عمل Action Plan قصيرة المدى
- عمل خطة عمل بعيدة المدى
- انشاء معايير للتقييم

❖ التوجيه السوقي Market Drive

- السوق الداخلى
- السوق الخارجى

❖ التصرف الحاسم Acts Decisively

- ويتبع هذه المجموعة السلوك بحزم ويمكن اعتبار المؤشرات الخاصة بسلوك الحزم
- يحدد طرق افضل لتطوير التداول والاداء
- التغلب على معوقات الانجاز فى عمليات الانتاج والصيانة
- تخليق مستويات جديدة للمواصفات القياسية والتميز
- ❖ التأثير على الاخرين Delivers Through People

- هيادات الآخرين
- تطوير الآخرين
- التأثير في الآخرين
- ❖ ادارة الذات Self – Management
- الثقة بالنفس والامانة Integrity
- الالتزام بالفريق
- التعلم من الخبرة

٣. الاستاذ الدكتور / زكريا العبداد

الاستاذ بقسم الهندسة الزراعية بكلية الزراعة – جامعة بنها

والمستشار الفنى لشركة سيكام للزراعات العضوية

تحدث عن الزراعات العضوية والبيوديناميكية

Organic Agriculture and Biodynamic

Aquaculture واكد على ضرورة التعامل مع هذه الزراعات هندسيا حيث ان كثيرا من

مشاكل هذه الزراعات الفنية والاقتصادية يمكن حلها بالطرق الهندسية.

٤. المهندس / نظمي حافظ جبران

رئيس مجلس ادارة شركة مضارب رشيد

❖ تحدث عن المهارات التنافسية المطلوبة لخريج الهندسة الزراعية

لتناسب صناعة الغذاء. اليوم اختلفت الامور واختلفت انواع الاسلحة التى يجب

ان يتحلى بها الخريج لدخول معركة العمل، فى السوق المحلى والاقليمى والعالمى

وكل منهم له متطلباته. هناك متطلبات خاصة مرتبطة بالمعرفة الفنية

والتقنية المرتبطة بالصناعات المتخصصة كمصناعة ضرب الارز، وصناعة

التعليب والتبريد والتجميد وغيرها من الصناعات الغذائية التي تعددت وازدهرت في مصر..... إلا أن هذه المتطلبات قد لا تتعدى ٥٠٪ من المتطلبات بوجه عام وتمثل الخمسين في المائة الأخرى من للمتطلبات مهارات أخرى عملية وذهنية ولغة وحاسب الـ ومهارات شخصية وتنافسية أخرى. ومن المتطلبات التي تحتاجها السوق في الخريج الالتزام Commitment.

❖ تحلث عن الجودة النهائية للمنتج ومواصفات هذه الجودة مقارنة بالمواصفات القياسية والتي ترتبط بالمنتج وبالأعمال والأنشطة وبالمكينات والأجهزة وقطع الغيار وعلى سبيل المثال لا الحصر :

- المواصفات القياسية لكل مدخلات الصناعة مثل الزيوت والشحوم والصابون وغيرها.

- المواصفات القياسية للمكينات وقطع الغيار وأجهزة التدوال مثل السيور، البريمة، أجهزة نقل الحبوب، الرومان بلى، والتروس، المحركات الكهربائية، الدبزل وغيرها.

- المواصفات القياسية المصرية Egypt Standards

- المواصفات القياسية العالمية International Standards

- كيفية وضع المواصفات الخاصة بالآلات المختلفة وقطع الغيار بصورة فنية تتماشى مع واقع السوق وبما لا يسمح بالتداخل أو اللبس.

❖ تحدث عن التدريب الميداني العملي والذي يختلف كثيرا في نوع الخبرة التي يكتسبها الطالب في دراسته عن التدريب العملي في حيز العمل ومن أمثلة التدريب

التي يمكن للطلاب التعرض له في مصانع الغذاء :

- إدارة خطوط الإنتاج المختلفة، التشغيل والصيانة
 - وحدات الخدمة الخاصة بنظام إنتاج البخار (Steam) والماء الساخن
 - وحدات الخدمة الخاصة بالهواء المضغوط.
 - وحدات الخدمة الخاصة بالتبريد
- على ان يشمل هذا التدريب اساسا على التشغيل، الصيانة الدورية والسنوية واقتصاديات التشغيل والصيانة.
- التدريب العملى بالورش المحلية (مصانع حلبيثة، ورش خاصة..... الخ)على التصنيع المحلى لقطع الغيار وبعض المكونات خطوط الانتاج الغذائى خاصة على مستوى الصناعات الصغيرة والتي يمكن ان توفر فرص عمل عديدة وقيمة مضافة للمنتجات الزراعية بالقرى والريف بوجه عام.
- ❖ لا يمكن الاكتفاء بتعليم الطلاب عمليات التشغيل فقط ولكن لابد من التاكيد على زيادة جرعة مقررات التصميم الهندسى لتحفيز الخريجين وزيادة قدراتهم على تطوير الماكينات وتصميم الجليد منها دون تردد او عدم معرفة بالاسس الهندسية للتصميم والابداع.
- ❖ كما يتلاحظ فى برامج الهندسة الزراعية عدم تعرض الطالب لخطوط التصنيع الغذائى وتصميم مكونات هذه الخطوط بقلر تعرضه لدراسه والتعامل مع الالات الزراعية والجرارات. فهل يرجع ذلك لقصور فى المقررات الخاصة بهندسة التصنيع الغذائى ام ان ذلك يرجع الى محدودية الوقت المخصص للبرنامج الدراسى.

❖ لم يعد استخدام الحاسب الآلى فى مصانع الغذاء خاصة الحديث منها اختيارى بل أصبح من اهم المهارات التى يتطلبها سوق العمل فى الخريج. لذلك فلا بد من تدريب الطلاب على استخدام الحاسب والدخول الى شبكة العالمية (انترنت) والحصول على المعلومات المختلفة والدخول الى مواقع الشركات العالمية والدخول الى المواقع العلمية والفنية.

❖ لابد ان يتعلم الطالب بعض مهارات الادارة والتعامل مع الآخرين ومرة اخرى نجد ان الحاسب الآلى من اهم مكونات الادارة الحديثة.

❖ كل خطوط الإنتاج والتشغيل والصوامع الحديثة تعتمد فى تشغيلها على التحكم الآلى والذى يتطلب دراسة جيدة للهندسة الكهربائية والهندسة الالكترونية واجهزة التحكم الآلى.

الاتجاهات الحديثة فى الهندسة الزراعية فى العالم

الغرض

- التعرف على الاتجاهات الجديدة فى الراجع التعليمية فى الهندسة الزراعية فى مجتمعات مختلفة من العالم وكيفية ربط هذه الاتجاهات باحتياجات هذه المجتمعات ومتطلبات سوق العمل بها.
- كيفية الاستفادة من هذه الاتجاهات وطرق ربطها باحتياجات المجتمع الحال والمستقبل فى تصميم برامج الهندسة الزراعية فى مصر.
- مدى توافق هذه الاتجاهات الجديدة مع احتياجات المجتمع المصرى ومدى امكانية تحويل هذه الاتجاهات لتناسب احتياج السوق المصرى.

عولمة الهندسة الزراعية

Globalization of Agricultural Engineering

كان هذا عنوان محاضرة القاها الدكتور ستاوت (B.A.Staut) في اجتماع عالمي للهيئة العالمية للهندسة الزراعية (CIGR) عام ١٩٩٧. تحدث عن سوق العمل العالمي لخريجي الهندسة الزراعية متمثلاً في الشركات متعددة الجنسيات وعابرة القارات حيث يوجد العديد من الشركات متعددة الجنسيات لها عمليات هندسية وتصنيعية وتسويقية في كثير من دول العالم التي تعبر القارات والحدود... بعض هذه الشركات تعمل في صناعة الجرارات والآلات الزراعية وبعضها يعمل في صناعة الغذاء وأخرى تعمل في تصنيع وتصميم وتركيب شبكات الري الحديثة وجميعها ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالهندسة الزراعية وتعتبر سوق عالمي لخريجي الهندسة الزراعية المؤهلين تأهيلاً مناسباً. لذلك فإن تعليم الطلاب التفكير العولمي (To think globally) وذلك بإضافة بعض مقررات يتم تصميمها خصيصاً لأعداد الخريج لمستقبل عالمي هو استثمار جيد. كذلك دراسة بعض المقررات العامة في الأعمال والاستثمار والثقافات العالمية، التاريخ، الجغرافيا، لاشك لها دور جيد في توسيع إدراك الخريجين. لا بد من استخدام كل اللورد والتسهيلات وإدارتها بكفاءة لتوفير التعليم اللازم لإنتاج خريجين باهليه ومهنية مرتفعة في مجال الهندسة الزراعية.. خاصة في زمن العولمة حيث يزداد التنافس العالمي والأسواق المفتوحة ويزداد الطلب على خريجين أكفاء مؤهلين نتيجة المنافسة الصعبة في سوق العمل المحلي.

Current Trends in European Engineering Education

تتجه الدول الاوروبية الى توحيد المنهج المحوري الهندسي في جامعات اوروبا حيث قد تبني وزراء التعليم (مؤتمر بروكسل ديسمبر ٢٠٠٠) نظام تعليم يعتمد على نوعين مميزين من المناهج احدهما تطبيقي اكثر والاخر علمي اكثر. الاول يتعلق بمتطلبات سوق العمل والثاني يتعلق بالمتطلبات العلمية والذي قد يقود الى درجة الماجستير... يساعد النوع الثاني خاصة مع وجود عدد من برامج الماجستير المكتملة في جذب الطلاب الاجانب خاصة اذا تم تدريسها بالانجليزية... يساعد ذلك ايضا على سهولة انتقال الخريجين بين الدول الاوروبية وهناك اجماع على ان الدرجة الهندسية المهنية (بما فيها الهندسة الزراعية) تحتاج الى خمسة سنوات بعد الدراسة الثانوية.

وما يلي بعض النقاط الهامة في تصميم البرامج الهندسية :

- لابد من تركيز الاهتمام على المنافسة العالمية
- تبني الدرجات المقارنة وتنفيذ الدبلوما المساعدة بعد البكالوريوس يعمل على رفع منافسة الاوروبيين في سوق العمل العالمي.
- استخدام نظام الوحدات (credit hours) يساعد الطالب على مرونة الحركة
- زيادة التعاون الاوروبي في ضمان الجودة مع النظر في تطوير المعايير والوسائل والطرق.

- رفع مستوى الحوار الأوروبي في التعليم العالي، خاصة بالنسبة لتطوير المنهج، التعاون المؤسسي الداخلي والبرامج الدراسية المتكاملة، والتدريب والبحث.
- انتشار برامج الهندسة الزراعية والبيولوجية في الجامعات الأوروبية
- البرامج الدراسية ذات التوجه التطبيقي لها قبول أكبر في سوق العمل لذلك لابد من المحافظة على هذا النظام
- يجب ان تأخذ البرامج اتجاهات مختلفة وأشكال متنوعة حتى يمكنها خدمة الاحتياجات المتعددة للأفراد، اسواق العمل.

بعض نقاط التطوير في الهندسة الزراعية في أوروبا

- إنشاء برامج دراسية مستقلة تبدأ من العام الأول بحيث يعكس عنوان كل برنامج دراسي عن ما يتضمنه هذا البرنامج من محتويات.
- احلال المقررات الهندسية الحديثة مكان المقررات التقليدية
- يكون محتوى المقرر متعدد التخصص Multidisciplinary
- ان تسمح محتوى المقرر المتخصص في دمج مجالات مختلفة في الهندسة مع تخصصات مختلفة في العلوم الزراعية
- الاتجاه الى مواصفه اوروبيه موحدة في برامج الهندسة الزراعية

تتعرض الهندسة الزراعية بوجه عام الى تغيرات متسارعة كنتيجة للابتكارات التكنولوجية المتلاحقة حتى ان الكثير من الجامعات الأوروبية تستخدم

مسميات جديدة ترتبط بالهندسة الزراعية والتي تعبر بواقعية اكثر عن احتياجات المجتمع.. لذلك نجد ان الاسم التقليدى للهندسة الزراعية يتم استبداله بمسميات مثل الهندسة الحيوية Bio- Engineering او Biological Eineering او هندسة نظم الموارد Resource Systems Engineering.

كما تدخل جامعات كثيرة مقررات جديدة عن الهندسة البيئية فى برامجها الدراسية.... بالإضافة الى ذلك فقد دخلت مجالات جديدة تحت مظلة الهندسة الزراعية سواء من خلال مقررات جديدة او حتى دمج بعض هذه المجالات مثل تقنيات ادارة المتغيرات (تقنية استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS ونظم المواقع الجغرافية GPS) وتحليل النظم الحيوية، تقنيات اللوارد الطبيعية، المنشآت الزراعية وهيئة بيئة الحيوانات، غيرها. وما الى مثال مقررات الهندسة الحديثة التى تدخل فى دراسة هندسة النظم الحيوية فى أوروبا :

- تكنولوجيا المعلومات Information Technology
- الميكاترونيك Meechatronics
- تكنولوجيا الحساسات Sensor Technology والتى تشمل ايضا الحساسات الحيوية Biosensors
- الميكانيكا الدقيقة (المجهرية) Micro Mechanics
- الروبوت Robotics
- نظرية النظم وهندسة طرق التحكم الحديثة
- System theory and modern Control Engineering
- تداول وتحليل البيانات Data handling and processing (Statistical , fuzzy , neuralnetworks etc)

- تحليل الاشارات Signal analysis التحليل الفوتوغرافي image analysis
- الطرق الهندسية في عمليات الانتقـال numerical techniques in transport processes بالاضافة الى معرفة بالعمليات والنظم الحيوية (الانسان، الحيوان، النبات) وتفاعلها مع بيئتها الطبيعية..
- فسيولوجي، تشريح، ميكانيكا حيوية Bio- mechanics
- الخواص الطبيعية للمواد الزراعية
- النظام العضلي Ergonomy ، صحة وراحة الانسان والحيوان

المهارات والمعارف المتوقعة لخريج برامج النظم الحيوية :

يتميز خريج برامج النظم الحيوية بالاتي :

- ١- المعارف الكمية بالعمليات الطبيعية الحيوية Bio- physical processes المرتبطة بالانتاج النباتي والحيواني وبما يتعلق بالانتاج العقلي، الغذاء وصناعة الغذاء، معالجة المخلفات والفاعل الانساني Stakeholders من المستهلكين، المنتجين والعاملين و المحافظة على البيئة.
- ٢- المعارف الكمية للتفاعل والتداخل البيئي (interaction) بين هذه العمليات الحيوية الطبيعية والبيئة الفنية (Technical Environment) من الات، منشآت، موانع والتي تتم بها هذه العمليات وعمليات التحول Transformation Processes.

٣ - معارف ومهارات خاصة بالتحليل Analysis، التصميم Design والتحكم Control للنظم والعمليات Operations الفنية والتشغيلية لهذه العمليات الحيوية الطبيعية.

٤ - التفكير المنظومي System Thinking فى المشاكل المتعلقة بالعمليات التكنولوجية الزراعية وتشمل :

- النظرة الكلية للمشكلة مع التبصر بالعمليات المختلفة داخل المنظومة والتفاعل فيما بين هذه العمليات.
- الوصف الفنى للعمليات الداخلية الى حد امكانية اشتقاق حل للمشكلة
- فهم الفنيات والتقنيات والتي تقود الى حل مقبول والتحكم فى العملية

Process Control

٥- مؤهلات عامة وتشمل :

- اعداد التقارير وتقديمها
- ترجمة نتائج البحث
- التحفيز للتعلم الذاتى
- تقديم مشاريع
- تحليل مشاكل
- القدرة على تقديم حلول لمشاكل
- القدرة على العمل بين فريق متعدد التخصصات
- التخصصية

- التحولم او العالمية
- التفكير الابداعى

مناهج محورية اساسية اوروبية فى الهندسة الزراعية

Basic European Core Curricula in Agricultural Engineering

الهدف من هذا الجزء هو اعداد اطار لانشاء بعض المناهج الاساسية المحورية فى الهندسة الزراعية والتي لابد ان تقابل المتطلبات الاتيه :

- معايير البرامج الهندسية
- احتياجات الهندسة الزراعية الاوروبية من المناهج المحورية للعلوم الزراعية
- يتم انشاء نوعين من المناهج الهندسية الاوروبية احدهما موجه توجيهيا علميا اكثر (More- Scientific – oriented) والاخر موجه للتطبيق اكثر (more application – oriented)

ويوضح الاتى شرح اكثر تفصيلا لمتطلبات الهندسة الزراعية فى اوروبا :

١- معايير البرامج الهندسية : Engineering Criteria

تختلف اسس وهياكل النظم التعليمية والمهنية فى اوروبا بشكل كبير وتختبر قيمة هذه النظم بمقدرة الخريجين على التنافس... ويحتاج تاهيل الهندس الى تعليم هندسى معتمد accredited ويتبع تعليم ثانوى مناسب. الان الاهلية المهنية تتم فقط بعد اكتساب الخبرة المهنية الصحيحة.. بعد اكمال التعليم الثانوى الصحيح تتطلب المعايير الاوروبية (FEANT) فترة لا يقل عن سبع سنوات

للتشكيل المهني للخريج Seven Years Formation تشمل التعليم
Education والتدريب والخبرة Experience وتشمل عملية التشكيل :

- ثلاث سنوات على الأقل في التعليم الهندسي يتم من خلال مستوى جامعي معترف به
- سنتان في خبرة مهنية صحيحة.
- سنتان في تعليم جامعي او خبرة او تدريب تحت اشراف معاهد هندسية معترف بها... بالإضافة الى ذلك لابد وان يلتزم الخريج لشرف المهنة Code of Conduct التابعة للمعايير الاوروبية FEANT.

ويشمل المنهج الهندسي لبرنامج الهندسة الزراعية :

- ١- محتويات (Contents) المواضيع الهندسية الاساسية وتكون اجبارية لكل التخصصات في الهندسة الزراعية والحيوية.. ويعبر عن هذه المحتويات بمقررات واضحة معترف بها عالميا.
- ٢- الجزء الهندسي المحوري الاختياري في المنهج تشمل مقررات اختيارية من اقسام في العلوم الهندسية ويتم تحديدها على اساس برامج الهندسة الزراعية حيث يختار كل برنامج الحد الأدنى من مقررات من تخصصات عديدة بناء على احتياج البرنامج .
- ٣- المتطلبات من العلوم الزراعية Requirements of Agriculture
 - تهتم المناهج المحورية في العلوم الزراعية بمفهوم تنوع diversity المواد الحيوية والكائنات الحية، ديناميكيتها dynamics، افعالها actions، تفاعلاتها reactions وذلك بهدف تطبيق الاساسيات الهندسية لحل

المشاكل المرتبطة بالانظم الحيوية والزراعية والغذاء والكتل الحيوية
biomass

- يجب الا يكون اختيار المقررات الزراعية عشوائيا من مواضع مختلفة ومتشعبة بل لابد ان يتواجد فى تكوين نظامى مع العلوم الزراعية الاساسية.
- لابد من تصميم محتوى هذه المقررات لاستخدامها مع المنهج الهندسى لدعم الامور الفنية فى الزراعة.

وتمثل الامثلة الاتية بعض الموضوعات التى يمكن ان تشملها المناهج الحورية من العلوم الزراعية.

علم النبات plant science فسيولوجى، مورفولوجى، ميكروبيولوجى، علوم الاراضى، تغذية النبات، انتاج الحاصل.

علم الحيوان Animal Science فسيولوجى، تغذية، تربية.

علم البيئة Environmental الميكروبيولوجى البيئة، الكيمياء الحيوية، اكلوجى.

يفضل ان تعتمد المشاريع الدراسية التى يقوم بها الطلاب على تداخل العلوم الهندسية مع العلوم الزراعية.

Agricultural Engineering in the USA

يعمل المهندسون الزراعيون Agricultural Engineers على تطبيق معارفهم من العلوم الحيوية والطبيعية والاساسيات الهندسية لانتاج وامداد العالم بالغذاء والكساء تحت ظروف امنة وحماية البيئة.

نتيجة للتقدم فى التقنيات الحيوية (biotechnology) وزيادة الاهتمام بقيمة البيئة فقد زادت فرص عمل خريجي الهندسة الزراعية فى مجالات مثل تصميم عمليات التخمر والبيئة الخلوية (cell culture) .. كذلك ادى تسارع الاقتصاد الى العولمة والذي ينتج عنه شركات متعددة الجنسيات وهيئات حكومية تحتاج الى خريجين مناسبين لهذا السوق الجديد...

يوجد بالولايات المتحدة الأمريكية ما يقرب من ٥٠ جامعة لكل منها قسم للهندسة الزراعية يحافظ كل قسم منها على شخصيته وذاتيته من برنامجه الدراسي... الا انه يربط هذه الاقسام وخاصة البرامج التعليمية بها نسيج متقارب باهداف عامة كما ان بعض الهيئات والمنظمات المهنية تساعد فى تطوير هذه البرامج وزيادة الترابط بين هذه الاقسام..

كل البرامج الدراسية فى الهندسة الزراعية تشمل اساس هندسى قياسى مع تركيز اكثر على التخصص فى السنة الرابعة كما ان العديد من الاقسام الهندسة الزراعية بامريكا يقدم برنامجين فى الهندسة الزراعية مستقلين، كلاهما مطلوب فى سوق العمل.

١- برنامج هندسى معتمد كلية A fully accredited Engineering Program

والذى يتطلب دراسة الطالب لكل العلوم الهندسية الاساسية وتنتج مهندس (

هندسة زراعية) مؤهل تاهيلا اكانيميا هندسيا كاي خريج اخر من الاقسام الهندسية.

٢- برنامج تقنى A Technology – Based Program ويوجه هذا البرنامج الى الطلاب الراغبين فى التقنيات التطبيقية فى العلوم الزراعية او الاعمال الزراعية.

متطلبات المهنة فى سوق العمل

١- أنشطة خاصة بالمهنة :

- استخدام الحاسب الالى تصميم الآلات و لتقييم وتصنيع المنتجات الزراعية وتحسينها
- تخطيط وتشيد نظم الطاقة ونظم وشبكات الري وتشغيل وصيانة محطات الرفع.
- تصميم وإنشاء المباني الزراعية (المخازن، الصوب،.... الخ) والخاصة بايواء الحيوان وتصميم نظم التهوية وشبكات الكهرباء ونظم ميكنة التغذية والصرف.
- دراسة تاتير العوامل البيئية، على النباتات والحيوان.
- بحث وتصميم واختبار الآلات والمعدات الزراعية .
- ادارة المعلومات عن البيئة والتحكم فى التلوث وتصميم وبناء آلات ونظم لمعالجة المخلفات.
- تصميم وحلات ونظم التصنيع الزراعى وخطوط الانتاج.

- جمع المعلومات اللازمة للعمل
- التفكير الابتكاري والوصول الى افكار مبتكرة لحل مشكلة والتفكير النقدي critical thinking لاستخدام المنطق والتحليل للتعرف على نقاط القوة والضعف لبدائل الحلول والاستنتاجات ومواجهة المشاكل.
- تحليل البيانات والمعلومات.
- امكانية توفير المعلومات، الرسوم الخاصة بالاجهزة والالات او المباني.
- تقييم المعلومات بالمقارنة بالواصفات القياسية.
- تحديث واستخدام المعارف المتعلقة بالعمل.
- فهم المعلومات الجديدة والاستفادة منها في اتخاذ قرارات وحل المشاكل القائمة المستقبلية.
- تنظيم وتخطيط ووضع اسبقيات العمل وتحديد اولويات.
- التعامل مع المعلومات واستخدامها.
- حل المشاكل والمعقدة بالتعرف عليها ومراجعة المعلومات المرتبطة بها لتطوير وتقييم الاختبارات وتنفيذ الحلول.
- التواصل مع الرؤساء، الزملاء والمرؤوسين.
- متابعة الاحداث، المواد، المحيط.

- فحص الآلات المبنية، المواد.

- التواصل مع الناس من خارج العمل.

٢- المهارات والقدرات Skills and Abilities

١- مهارات الاتصال Communication

- التعبير عن الأفكار بوضوح الحديث أو الكتابة ونقل المعلومات بفاعلية.
- قراءة وفهم المواد المكتوبة والمتعلقة بالعمل.
- فهم المعلومات المقام بالحديث.
- تحليل الأفكار لتحديد نقاط الضعف ونقاط القوة.
- تحليل احتياجات ومتطلبات المنتج للتصميم الصحيح.
- التفكير في أفكار جديدة أو طرق ابتداعه لحل المشاكل.

ج- مهارة استخدام الرياضيات واستخدام القواعد والطرق العلمية لحل المشاكل.

د- مهارة إدارة الذات والوقت والأشياء.

هـ- مهارة العمل مع الأشياء.

- القدرة على تخيل الشيء بتغيير اتجاهاته أو إعادة ترتيب أجزائه وتحليل وتصميم.
- تحليل عمليات آلات ومنتجات تقابل احتياجات المستخدم.
- تحديد الأدوات والآلات والمعلومات اللازمة لإنجاز العمل.
- اختبار الآلات والمنتجات والخطوات للتأكد من التشغيل الصحيح.

- تخليق أو تعديل آلة أو تقنية لخدمة احتياجات السوق.
- القدرة على ترتيب الأشياء وترتيب المعلومات.
- فحص وتقييم جودة المنتج والآلة.
- تنفيذ برامج تعليمية لاملد المزارعين واعضاء الجمعيات التعاونية بالمعلومات لتحسين الانتاجية الزراعية.
- الاشراف على عمليات التصنيع الغذائى وخطوط الانتاج.

٤ - المعارف المطلوبة لخريجى الهندسة الزراعية

Required Knowledge

- الهندسة والتكنولوجيا
- معرفة التطبيقات العملية للعلوم والتقنيات الهندسية ويشمل ذلك تطبيق الاساسيات، الطرق والخطوط والمعدات اللازمة لتصميم ونتاج منتجات وخدمات متنوعة.
- التصميم
- معرفة طرق، ادوات، اساسيات التصميم الداخلة فى انتاج التخطيطات الفنية الدقيقة، الرسومات الاصلية blue prints، المخططات، النماذج.
- العلوم الحيوية
- معرفة الكائنات الحيوانية والنباتية، انسجتها، خلاياها، وظائفها، تداخلها وعلاقتها بين بعضها وبين البيئة.
- الرياضيات
- معرفة الحساب، الجبر، الهندسة التحليلية والاحصاء وتطبيقاتها.

• الميكانيكا

معرفة الأجهزة والمعدات بما في ذلك تصميمها، استخدامها، اصلاحها وصيانتها.

• الكيمياء

معرفة المكونات الكيميائية، التركيب الخواص المواد والعمليات والتحويلات الكيميائية.. يشمل ذلك استخدامات الكيمياء وتداخلها، علاقات الخطورة، طرق التخلص منها.

• الطبيعة

المعرفة والتنبؤ للأسس والقوانين الطبيعية علاقاتها وتطبيقاتها – فهم النواحي، المواد، ديناميكا الجو – التركيبات والعمليات الميكانيكية، الكهربائية، الذرية، تحت الذرية.

• انتاج الغذاء

معرفة طرق ومعدات الزراعة، النمو والتصنيع والتسويق الحصاد – منتجات الغذاء من النبات والحيوان لاستهلاك وطرق التخزين والتداول.

• المباني والمنشآت

معرفة المواد، الطرق والادوات اللازمة للانشاء، تصميم المنشآت الزراعية.

• اللغة الانجليزية

• ادارة الاعمال

صفات العمل لخريج الهندسة الزراعية Job Description

بوجه عام... تطبيق معارف التقنيات الهندسية والعلوم الحيوية في مشاكل الزراعة المرتبطة بالقوى والآلات الزراعية، الكهربائية، المنشآت، صيانة الماء والتربة، تصنيع وتداول وحفظ المنتجات الزراعية.

واجبات خريجي الهندسة الزراعية في سوق العمل

- تصميم مكونات الآلات والمعدات باستخدام تقنيات التصميم بمساعدة الحاسب (Computer Aided Design (CAD
- تصميم أجهزة القياس والتسجيل والحساسات وإي قياسات أخرى تستخدم في دراسة حياة النبات والحيوان.
- تصميم المنشآت الخاصة بتخزين المحاصيل، مظلات وأيواء الحيوانات و التصنيع الزراعي.
- مناقشة التخطيط مع الزبائن، المقاولين، المستشارين ومهندسين آخرين للتقييم واحتمال التغيرات الهامة
- مقابلة الزبائن كالمزارعين، مسئول التنمية لمناقشة احتياجاتهم.
- التخطيط والإشراف على إنشاء نظم توزيع القدرات الكهربائية، الري والصرف والتحكم في الغمر لصيانة الأرض والحفاظ على الماء .
- إعداد التقارير والرسومات والمخططات، المواصفات، الاقتراحات والميزانيات الخاصة بالمواقع أو النظام.
- اختبار الآلات والجرارات الزراعية والمعدات للتأكد من كفاءة الأداء.

- التصميم والإشراف على مشاريع استصلاح الاراضى فى الزراعة والصناعات المرتبطة.
- تصميم خطوط تصنيع الغذاء والنظم الميكانيكية المتعلقة.
- امداد النصيحة عن جودة الماء والأشياء المتعلقة بإدارة التلوث والتحكم فى مصادر المياه السطحية والجوفية.
- لتحديد المشاكل البيئية فى المواقع المختلفة ومتابعة أنشطة الانشاءات.

تعليم الهندسة الزراعية فى الهند

Agricultural Engineering Education in India

لاشك ان تعليم الهندسة الزراعية يخاطب اشياء تتعلق بالتنمية التقنية والاقتصادية الاجتماعية فى بلد ما... ان القيمة والكم لمدخلات الزراعة وطرق ادارتها وكذلك قيمة المنتج المزرعى وطرق رفع قيمتها سوف تستمر فى التغير مع التقدم الصناعى والتقنى بوجه عام ومع تحسن الحالة الاقتصادية للمزارعين والمصنعين على وجه الخصوص..

من هذا المنطلق اقترح جيهيندراين Gahendra Singh بالمعهد الاسيوى للتكنولوجيا انه لابد من تعديل احتياجات المنهج التعليمى للهندسة الزراعية من وقت لآخر لخدمة الاحتياجات المتغيرة لقطاع الزراعة والتصنيع الزراعى. بوجه عام قد تاخذ من ٦-٨ سنوات قبل ان يستطيع الداخلين الى مهنة الهندسة المساهمة الكفء والفعالة هذا الراى يوافق راى الاوروبيين فى حاجة تسيد المهنة الى ٧ سنوات

منها اثنان خيرة عملية لذلك فانه يجب ان يكون تخطيط التعليم على اساس متطلبات المستقبل لمدة على الاقل ثمان سنوات.

فخطة التدريس في هذه الحالة قد تركز على هذه المتطلبات مع التطوير المناسب للرى وخزانات المطر الارضية الطبيعية والصناعية.

المناطق المتوسطة قد تعطى اهتمام اكثر لتقنيات الزراعة الجافة لبذور الزيتون، القطن، فواكه مناسبة، الرى الدقيق... الخ . وهكذا في عام ١٩٩٧ تم اقتراح نموذج لبرنامج الهندسة الزراعية للدرجة البكالوريوس (١٦٠ وحدة دراسية) مع اقتراح المواد الاختيارية بحيث تعادل الوحدة الدراسية ساعة محاضرة او ٣ ساعات عمل.

تقترح المراجع الدراسية في الهندسة الزراعية في الهند المجالات الآتية :

- ١ - تصميم وتصنيع الآلات الزراعية Farm Machinery Design and Manufacture .
يجب ان يضم هذا التخصص تقنيات المكننة المناسبة، تحسين جودة منتج المزرعة وخفض تكاليف الانتاج، تقنيات التصنيع، الجودة والمواصفات القياسية، الاختبار والتقييم، ادارة الآلات، المخاطر الصحية والامن والعلاقة بين الانسان والآلة.

٢ - الطاقة والقوة في الزراعة Energy and Power in Agriculture

- يجب ان يضم التخصص موارد القدرة الميكانيكية والحيوانية، الوقود الحيوى (biofuels)، الطاقة المتجددة، تطبيق وحفظ الطاقة ، معدات واجهزة الطاقة ذات الكفاءة العالية

٣ - هندسة التصنيع وما بعد الحصاد

Post- Harvest and Process Engineering

تضم تقنيات ما بعد الحصاد عمليات التصنيع الأولية، القيمة المضافة للنفثاء، الاعلاف، محاصيل الالياف الصناعية، تقنيات التخمر fermentation technology، التغليف فى وسط محكم، التخزين فى درجات حرارة منخفضة.

٤ - هندسة المنشآت الزراعية والتحكم البيئى

Agricultural Structures and Environmental Control Engineering

يضم تقنيات المساكن الريفيه، مستودع بضائع، مخازن، مستودع (Warehouses)، ميكنة سوق المنتجات حظائر ومظلات الحيوانات، بيوت الدواجن، الصوبه مزارع واحواض تربية الاسماك farm ponds for aquaculture.

٥ - هندسة الري والصرف Irrigation and Drainage Engineering

يضم تقنيات تطوير الموارد المائية، رفع الماء، نقل الماء واستخدامه، المحافظة على الماء، الري الدقيق.

٦ - هندسة حفظ للماء والتربة Soil & water conservation engineering

تضم تقنيات تنمية الاراضى، هيدرولوجى التساقطات الطبيعية natural precipitation تطوير خزانات المياه، تجميع وحفظ الماء، حماية التربة من عوامل التعرية من ماء ورياح.

نظرة تاريخية لبرنامج الهندسة الزراعية في جامعة الاسكندرية

Historical View of the Agricultural Engineering Program at Alex. Univ.

بدا التفكير في انشاء برنامج دراسي في الهندسة الزراعية في اواخر الاربعينات من القرن الماضي بحيث يتبع كلية الزراعة جامعة الاسكندرية (جامعة هاروق الاول) في ذلك الوقت. ارسلت الجامعة المهندس امين على ابراهيم المهندس المدني في السكة الحديد ثم المدرس المساعد بكلية الهندسة في عام ١٩٤٤ للدراسة الهندسة الزراعية في مجال المنشآت الزراعية بحكم تخصصه في جامعة ولاية ابوا بالولايات المتحدة الامريكية ثم ارسلت المهندس عبد الحميد ابو سبيع المهندس الميكانيكي الى جامعة كاليفورنيا لدراسة القوى والآلات الزراعية عاد الدكتور امين الى الاسكندرية وتم تعيينه مدرسا بكلية الزراعة في ١٩٥٠/١٠/٩ ولحق به الدكتور ابو سبيع في سنة ١٩٥٥ وبدا برنامج الهندسة الزراعية الاول في كلية الزراعة بجامعة الاسكندرية في ١٩٥٧ وكان خريجي اول دفعة اربعة في يونيو عام ١٩٥٩...

البرنامج الدراسي الاول (١٩٥٥ - ١٩٧١)

بدأت دراسة الهندسة الزراعية في مصر في كلية الزراعة بجامعة الاسكندرية حيث تخرجت الدفعة الاولى يونيو عام ١٩٥٩. تكون البرنامج الدراسي على انه تخصص زراعي في مجال الهندسة الزراعية من اربعة سنوات دراسية كما هو الحال في كل تخصصات الكلية الاخرى حيث تبدأ الدراسة في العامين الاول والثاني دراسة عامة لكل طلاب الكلية وتشمل مقررات اساسية في العام الاول ومقررات زراعية في العام الثاني وتتبعها الدراسة التخصصية في العامين اللاحقين الثالث والرابع. كان عدد الوحدات الدراسية الكلية لهذا البرنامج ٦٨ وحدة ، ٣١٢٨ ساعة دراسية شاملة التدريب الصيفي. استمر البرنامج على على ٢٨٦٦ علوم اساسية .

٢٥٪ علوم زراعية ، ٣٢،١ علوم هندسية ، ١١،٩ علوم هندسة زراعية ، ٢،٤٪ علوم اتصال وثقافة.

أنشأ القسم الاستاذ الدكتور امين على ابراهيم (استاذ الهندسة المدنية) والمتخصص فى المباني الزراعية، ومشاركة الاستاذ عبد الحميد ابو سيع (استاذ الهندسة الميكانيكية) والمتخصص فى الآلات والقوى الزراعية. استمرت الدراسة بهذا البرنامج حتى دفعة ١٩٧٤ وكان اجمالى خريج هذا البرنامج ٢٩٦ من عام ٥٩ وحتى عام ١٩٧٤. عمل منهم العديد فى شركات استصلاح الاراضى، شركة مساهمة البحيرة وشركة المحارث والهندسة وشركات النصر للسيارات وغيرها من الشركات

البرنامج الدراسى الثانى (سبتمبر ١٩٧١ – يونيو ٢٠٠١)

تطور برنامج الهندسة الزراعية ليصبح اربع سنوات خالصة فى تخصص الهندسة الزراعية دوناً عن باقى اقسام الكلية تبدا من العام الاول وحتى العام الرابع. الا ان تنسيق الطلاب للمتحقين بهذا البرنامج كان يتم داخليا من مجموع الطلاب للمتحقين بالكلية اصلا من القسم العلمى بالثانوية العامة. ويتم التنسيق بناء على المجموع الكلى للطلاب بالاضافة الى مجموع درجات الرياضات والطبيعة وبدا العمل بهذا البرنامج ابتداء من سبتمبر ١٩٧١ وتخرجت اول دفعة فى يونيو ١٩٧٥ واخر دفعة فى يونيو ٢٠٠٥. تخرج من هذا البرنامج اجمالى ١٧١٢ خريج. اجمالى عدد الوحدات الدراسية ١٦٥ وحدة باجمالى عدد ساعات دراسية ٣١٤٢ ساعة .

فى التغيير الاول لمنهج الهندسة الزراعية (١٩٧١) كان الهدف منه اساسا زيادة ساعات الدراسة الهندسية والهندسة الزراعية على حساب الدراسة الزراعية . ارتفعت نسبة العلوم الهندسية من ٣٢،١٪ فى البرنامج الاول الى ٤٦،١٪ فى البرنامج الثانى وارتفعت

نسبة العلوم الهندسية الزراعية من ١١,٩ ٪ فى البرنامج الأول الى ٢٠,٦ ٪ أى ما يعادل تقريبا الضعف وذلك على حساب كل من نسبة العلوم الزراعية التى انخفضت من ٢٥ ٪ الى ١٢,١ ٪ ونسبة العلوم الاساسية والتى انخفضت من ٢٨,٦ ٪ الى ١٩,٤ ٪. فقد حاول البرنامج الثانى الاستقلال الجزئى عن شخصيه كلية الزراعة واكتساب ذاتيه للهندسة الزراعية تجعل منه اقرب ما يكون من قسم هندسى يعمل لخدمة الزراعة اكثر من كونه قسم زراعى بنكهة هندسية .

البرنامج الدراسى الثالث (٢٠٠١ - ٢٠٠٩)

وفى عام ٢٠٠١ تغير البرنامج مرة اخرى نسبيا وربما الى الاقل كفاءة ومع ذلك فقد اصبح تنسيق طلاب الهندسة الزراعية مباشرة من خلال مكتب التنسيق كآي كلية بالجامعات وعلى ان يتم قبول الطلاب من تخصص رياضيات فارتفع بذلك معدل درجات الطلاب المتحققين بقسم الهندسة الزراعية الى ما يفوق مستوى ٩٠ ٪ وارتفعت درجة استقلاليه الهندسة الزراعية عن كلية الزراعة فى هذا البرنامج الاخير ارتفعت نسبة علوم الهندسة الزراعية الى ٢٧,٢ ٪ الا انها كانت على حساب العلوم الاساسية التى انخفضت الى ١١,٨ ٪ ظلت نسبة كل من العلوم الزراعية والهندسية دون تغيير يذكر . واصبح عند الوحدات الدراسية للبرنامج الثالث ٢٢٩ وحدة واجمالى ٢٠٧٨ ساعة دراسية .

البرنامج الدراسى الرابع (٢٠٠٩ - الآن)

لتخطيط برنامج دراسى جديد او تطوير برنامج دراسى قائم او مجرد تغييره لابد ان يكون هناك سبب او اسباب ومبررات لآى تغيير كوجود نقاط ضعف مثلا يمكن تلاشيها او قصور يمكن معالجته او احتياجات مجتمعيه او سوقيه تتطلب التغيير او التطوير الى الاحلث . فى ابريل ٢٠٠٤ قام اعضاء هيئة التدريس بقسم الهندسة الزراعية جامعة الاسكندرية ومن خلال مشروع تطوير التعليم الذى استمر ٢٠ شهرا بعمل دراسة شاملة وبناء برنامج دراسى على اساس دراسات ميدانية واكاديمية شملت دراسة التعليم

قبل الجامعي ودراسة للبرامج السابقة والقائمة ودراسة احتياجات السوق من الخريج . لم تأخذ لجنة القطاع الزراعي بكل ما جاء في البرنامج المطور لأنه تم ادخال بعض التعديلات على البرنامج الثالث منها :

- خفض عدد الوحدات الدراسية الى ٤٠ وحدة بدلا من ٦٨ .
- ادخال مقررات في الهندسة الكهربائية والالكترونية .
- دراسة اللغة الانجليزية في العام الاول .
- زيادة الوحدات الاختيارية .

الهندسة الزراعية والهندسة الحيوية (تغير أسماء الأقسام):

في عام ٢٠٠٤ أظهر الاستاذ روى ينج (Roy Young) رئيس قسم الهندسة الزراعية والحيوية بجامعة ولاية بنسلفانيا أظهر التقرير في مسميات وبرامج اقسام الهندسة الزراعية (شكل ١) منذ عام ١٩٦٥ ... ظهر اول مسمى للهندسة الحيوية في قسم واحد عام ١٩٦٦ .. وفي عام ١٩٩٧ بدأ العديد من الاقسام تغير من مسمياتها وبرامجها ... الان تقريبا جميع اقسام الهندسة الزراعية بالولايات المتحدة الامريكية قد غيرت من مسمياتها وبرامجها ودمجت فيها الهندسة الحيوية تحت مسميات مختلفة منها :

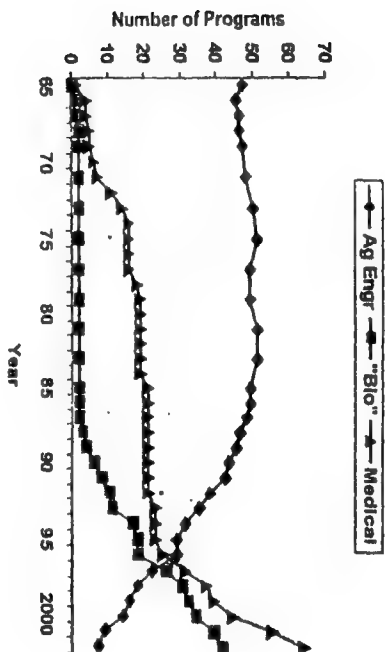
- الهندسة الزراعية والحيوية Agricultural and Bioical Engineering
- هندسة النظم الحيوية والزراعية Agricultural and Biosystems Engineering
- هندسة الموارد الحيوية Bioresources Engineering
- الهندسة الزراعية والبيئة الحيوية
Agricultural and Bioenvironmental Engineering

يرتبط بكل مسمى من هذه المسميات برنامج دراسي وبرامج بحثية تعكس هذا المسمى وفي عام ٢٠٠٦ تغير مسمى الجمعية الامريكية للمهندسين الزراعيين
 Americal Society of Agricultureal Engineering (ASAE)
 الى الجمعية الامريكية للمهندسين الزراعيين والحيويين
 American Society of Agricultural and Biological (ASABE)

التغير في المنهج الدراسي :

لا شك ان تغيير مسمى القسم دون ان يصاحبه تغيير موضوعي في البرنامج الدراسي لا يعبر عن الحقيقة... ومع اعتراف العديد بوجود تحاورات حول ما يجب ان يحتويه برنامج الهندسة الحيوية الان جامعة ميريلاند ولاشك العديد من الجامعات الاخرى اعتمدت في فلسفة الهندسة الحيوية على فلسفة اى هندسة تخصصية اخرى... فكما ان الهندسة الميكانيكية مثلا انشأت على اساس المعارف الطبيعية (Physical)، الهندسة الكيميائية على اساس علوم الكيمياء (chemicals) وهكذا باقى التخصصات الهندسية فان الهندسة الحيوية تبنى على اساس العلوم الحيوية (Biological) ففى حين تعتبر الهندسة الزراعية هى تطبيق العلوم الهندسية فى الزراعة فان الهندسة الحيوية ينظر اليها على انها علم مؤسس هندسيا يدمج العلوم الهندسية والعلوم الحيوية لذلك فان المنهج الدراسى للهندسة الحيوية يعتمد على اعداد الطلاب بالفهم لبادى العلوم الحيوية الاساسية ودمجها فى العلوم الهندسية.

التغير في مسمى أقسام الهندسة الزراعية بالولايات المتحدة الأمريكية



مثال لما تتضمنه الهندسة الزراعية والحيوية بجامعة ولاية فلوريدا الأمريكية :

- مفاهيم العلوم الهندسية التطبيقية.
- اسس التطبيق الهندسى على المواد الحيوية والزراعة.
- اسس هندسة تصميم النظم الحيوية والزراعية.
- تحليل تعريف المشاكل.
- ظواهر الانتقال.
- اسس انتقال الحرارة بالتوصيل والنقل والاشعاع بالمعدلات الثابتة والمتغيرة والديناميكا الحرارية فى العمليات الحيوية.
- اسس تصميم وتوصيف وحدات القوى الزراعية، تفاعل الآلات والجرارات الزراعية مع المواد الحيوية والزراعية.
- اسس تصميم الآلات وخصائص تشغيلها.
- اسس تصميم نظم الري بما فيها المضخات، نظم التوزيع والقوى.
- اسس تصميم نظم الصرف الزراعى، الحفاظ على التربة.
- تصميم وتحليل المنشآت والنظم البيئية المستخدمة فى الانتاج الزراعى.
- الاسس الهندسية وممارسات عمليات ما بعد الحصاد، صيانة الجودة للمنتجات الزراعية واسس تصميم الاجهزة.
- اسس التقنيات الحيوية مع التركيز على الكائنات الحية الدقيقة فى العمليات الصناعية.

- الوصف والتحليل الكمي للعمليات الحيوية للكائنات الدقيقة، النباتات، الحيوانات، ونظم البيئة المحيطة.
- الظواهر الحيوية، الطاقات الحيوية، نظم البيئة الزراعية.
- اسس تحليل التجمد الحرارى، التبخير، التجفيف، عمليات النقل والخواص الريولوجية للأغذية المصنعة.
- التطورات الحديثة فى الممارسات الزراعية والحيوية، الممارسات والأخلاقيات (مواثيق الشرف).
- اسس وتطبيقات التقنيات اللصمة للحفاظ والتخطيط لإدارة بيانات الموارء الطبيعية.
- اسس الاصدارات الفنية، الامانية، القانونية (التشريعية) الخاصة بتعبئة الغذاء، الخواص الطبيعية والكيميائية لمواد التمثلة.
- الطرق الحديثة فى طرق التغليف.

الهيئة العالمية للهندسة الزراعية والنظم الحيوية (CIGR)

International commission of Agricultural and Biosystems Engineering

ولقد قدمت الهيئة الوكالة العالمية للهندسة الزراعية والنظم الحيوية

(٢٠٠٩) رؤيا شاملة فى عدة مجلدات لوصف الانشطة تحت هذا المجال و دور

خريجي الهندسة الزراعية فيما يلى :

١ - هندسة الأرض والماء Land and water Engineering

وتشمل تحريك الأرض Earthmoving استصلاح الاراضى وصيانتها
Land Reclamation and Conservation وتحسين التربة
'Soil improvement'

ب - هندسة الري والصرف : وتشمل :

- احتياجات المحاصيل للماء crop water Requirements
- حركة الماء فى التربة وارتباطها بها water retention and movement
- جدولة الري Irrigation Scheduling Techniques
- طرق الري Irrigation Methods
- ادارة الماء للمحاصيل crop water management
- الصرف الزراعى Agricultural Drainage
- نظم نقل وتوزيع الماء خارج المزرعة
off – farm conveyance and distripution System
- جودة الماء فى الزراعة Water quality in Agricultural

٢ - هندسة الانتاج الحيوانى والداجنى و السمكى

Animal Production and Aqua cultural Engineering

- (١) منشآت وبيئة القطيع Livestock Housing and Environment
- خصائص وأداء مواد البناء.
 - بيئة الحيوانات والدواجن.

- نشأت القطيع الحيوانى والداجنى.
- معدات واجهزة التحكم فى الانتاج الحيوانى.
- تخزين الاعلاف ومنتجاتها Storing forages and forage products
- ادارة المخلفات وتدوير المواد العضوية
- water management and recycling of organic matter

ب - هندسة المنتجات المائية Aquacultural Engineering

- نظم الانتاج المائى Aquacultural Systems
- المتطلبات البيئية Materials for Engineering
- مواد واجهزة الانتاج المائى
- تصميم الاجهزة Design of Facilities
- المعدات واجهزة التحكم Equipment and contols
- نظم معالجة الماء Water Handling Systems

٢ - هندسة الإنتاج النباتى Plant Production Engineering

- مصادر القدرة power Sources
- آلات الحرث Tillage Machinery
- آلات العزيق والتسوية Cultivators and leveling machines
- السطارات وآلات الزراعة Seeders and Planters
- توزيع الاسمدة Fertilizer Distribution

• **Pest Control Systems** أجهزة الوقاية من الآفات

• **Harvesters and Threshers** الحصادات والدراسات

• **Transportation** النقل

• **المعدات الخاصة بزراعة الصوب الزراعية**

Specific Equipment for Cultivation of greenhouses

• **Forest Engineering** هندسة الغابات

• **Standardization** المعايرة القياسية

٤ – هندسة النظم و نظم المكنة؛

Systems Engineering and mechanization systems

• **هندسة النظم، بحوث العمليات، علوم الإدارة**

Operation research and management

• **Agricultural meachanization strategy** استراتيجية المكنة الزراعية

• **Transfer of Technology** نقل التقنيات

• **Field machinery management** إدارة آلات الحقل

• **Cost Aralysis** تحليل التكاليف

• **Trends for the Fature** نماذج للمستقبل

• **Sustainable Environmental Engineering** هندسة البيئية للاستدامة

٥- هندسة التصنيع الزراعى Agro – processing Engineering

١- الحبوب وجودتها Grains and Grain Quality

- جودة الحبوب Grains Quality
- تداول الحبوب Grains Handling
- تجفيف الحبوب Grains Drying
- تخزين الحبوب Grains Quality
- تجفيف وتخزين الحبوب فى المناطق الاستوائية

Grains drying and storage in the tropics

ب- المحاصيل الجذرية Root crops

- جودة المحاصيل الجذرية والفواكه
- تخزين البطاطس Storage of potatoes
- تخزين البصل Storage of onion
- تخزين Edible roots Storage of

ج- الفواكه والخضروات

- جودة الفواكه والخضروات
- متطلبات تخزين الفواكه والخضروات
- أجهزة تداول وتعبئة الفواكه والخضروات
- نظم التخزين المبرد

- تصنيع الفواكه والخضروات
- النظم المتبعة فيما بعد الحصاد للفواكه والخضروات.
- نظم انتاج العنب وحصاده وتداوله وتخزينه.
- نظم حصاد الزيتون وصناعة زيت الزيتون.

د - التصنيع الـ.vhun Agro processing

٦ - الطاقة Energy

١ - الطاقة الطبيعية والكتل الحيوية Natural Energy and Biomass

- طاقة منتجات البترول Post – petroleum energy
- الطاقة الطبيعية Natural Energy
- موارد الكتل الحيوية Biomass Resources

ب - الطاقة للنظم الحيوية Energy for Biological Systems

- تحليل الطاقة واقتصادياتها Energy Analysis and Economics
- الطاقة والبيئة Energy and the Environment
- الطاقة الشمسية Solar Energy
- طاقة الرياح Wind Energy
- الطاقة الهيدروليكية Hydraulic Energy

ج - هندسة الكتل الحيوية Biomass Engineering

- الوقود الحيوي السائل Liquid biofuel
- الوقود الحيوي الغاز biogas
- الوقود الصلب Solid biofuel

٧- تقنية المعلومات (تكنولوجيا المعلومات) Information Technology

أ- تطور أجهزة الحاسب Hardware Evolution

- الحساسات Sensors
- الحساسات الحيوية Biosensors
- الروبوتات Robotics

ب- الطرق والبرامج Methods , Algorithms and software

- النمذجة والمحاكاة Modeling and Simulation
- التحكم والحل الأمثل Control and Optimization
- تطور البرامج Software evolution
- طرق الذكاء الصناعي Artificial Intelligence Methodologies
- قواعد المعلومات، اكتشاف المعرفة، استعادة المعلومات في الشبكة
- Databases , Knowledge Discovery ,Information Retrieval and Web mining

ج- الميكاترونك وتطبيقاتها Mechatronics and Applications

- الاوتوماتيكية والتحكم Automation and control

- تحديد المواقع والابعار Positioning and navigation
- المركبات ذاتية الحركة والروبوتات Autonomous vehicles and Robotics

٨ - الزراعة الدقيقة Precision Agriculture

- الاستشعار بالتصوير والمعلومات النباتية الحيوية
Image sensing and phytobiological Information
- الاستشعار عن بعد من الاقمار الصناعية
Remote Sensing from satellite and Aircraft
- التحليل الطيفي في الزراعة
Machine Vision in the Agricultural context
- التحكم في تطبيق الاسمدة
Fertilizer Application Control
- الاستشعار وتداول المعلومات لوقاية المحاصيل
Sensing and Information Handling for Crop Protection
- طرق وقاية النباتات
Application Techniques for Crop Protection
- السمات الخاصة لتكنولوجيا المعلومات لزراعة الصوب
Special Aspects of IT for Greenhouse Cultivation
- الانتاج الحيواني الدقيق
Precision livestock production
- تكنولوجيا المعلومات في زراعة الاسماك IT in fish Farming

- نظم دعم الحياة فى الفضاء

Advanced Life Support Systems in Space

هـ - نظم دعم القرار والادارة Management and Decision Support Systems

- نظم ادارة الزراعة والمحاصيل Farm and Crop Management Systems
- تكنولوجيا المعلومات لتصميم المباني الخاصة بتربية الحيوان
- نظم المتابعة والتنبؤ والتحكم فى البيئة المحيطة
- Monitoring and control System of the Micro- Environmet
- تكنولوجيا المعلومات فى ادارة الماء IT in water Management
- نظم المعلومات الجغرافية Geographical Information System
- الصورة الحقيقية الفعلية للحيوان بابعاده الثلاثة

3-D Animal and Virtual Reality

- نظم التواصل والمقاييس المعيارية المخصصة للتطبيقات الزراعية
- Communication and Standards for Agricultural Application
- استخدام الشبكة العالمية فى الزراعة، الخدمة عن بعد والصيانة
- Internet use in Agriculture , RemoteService and Maintenance

٩- من الانتاج الى المستهلك from Production to the user

- تخزين وتصنيع الغذاء والمواد الخام
- Food and Raw Materials , storage and Processing
- اصدارات الجودة فى سلاسل المنتجات الزراعية
- Quality Issues for Agricultural Product chains

الجزء الثاني

المفاهيم الهندسية والطاقة ونقل القدرة

الفصل الأول

المفاهيم الهندسية الأساسية للهندسة الزراعية والنظم الحيوية

Basic Engineering Concepts For Agricultural and Biosystems Engineering

اولاً: الوحدات والأبعاد الهندسية Units and Dimensions

Dimension - البعد

هو المفهوم الأساسي المستخدم لوصف كمية فيزيائية مثل الطول والكتلة والزمن.
ويجب أن تكون أبعاد أي معادلة في الطرفين متوافقة.

Unit - الوحدة

هي وسيلة التعبير عن مقدار الأبعاد

متر (m) للطول & ثانية (sec) للزمن & نيوتن (Newton) للقوة

Base Units - الوحدات الأساسية

هي عبارة عن سبع وحدات أساسية تتكون منها جميع الكميات الهندسية وهي:

- | | | | |
|------------------|-----------------|--------|-----------------------|
| Mass | ٢- الكتلة | Length | ١- الطول |
| Temperature | ٤- درجة الحرارة | Time | ٣- الزمن |
| Electric current | | | ٥- شدة التيار الكهربى |
| | | | ٦- شدة الاضاءة |
| | | | ٧- وزن الجزيئ |

Common System of Units الأنظمة الشائعة للوحدات

قديمًا كان هناك النظام الانجليزي والنظام المترى (الفرنسى) ولكل نظام وحدات للتعبير عن الكميات الهندسية المختلفة. تختلف قيمة هذه الوحدات من نظام إلى آخر. وقد تم الاتفاق على استخدام نظام موحد لهذه الوحدات ويسمى بالنظام العالمى للوحدات The International system of units ويرمز له بالرمز SI وذلك بغرض توحيد استعمال الوحدات والرموز والكميات طبقاً لتوجيه عدة منظمات دولية. إلا أن هناك بعض البيانات تسجل بالوحدات النظام الانجليزي أو النظام الفرنسى لذا فهناك ضرورة للتعرف على الأنظمة الأخرى. ويوضح جدول (١) أنظمة الوحدات الشائعة الاستخدام.

الأعداد للتعبيرية فى وحدات Expressing Numbers in SI units

جدول (٢) يوضح مجموع من البادئات القياسية تستخدم مع وحدات (SI)

لتشكل المضاعفات.

جدول (١) أنظمة الوحدات الشائعة الاستخدام

| الكتلة mass | الزمن time | الطول length | |
|----------------|---------------|-------------------|-------------------------------|
| باوند (رطل) lb | ثانية Sec | بوصة in قدم ft | النظام الإنجليزي ES |
| كجم kg | ثانية Sec | سم cm متر m | النظام الفرنسى (المترى) MS |
| كجم kg | ثانية Sec | مم mm متر m | النظام العالمى SI |

جدول (٢) البادئات القياسية

| الاسم العربي | الاسم الإنجليزي | الاسم العشري |
|--------------|-----------------|--------------|
| يوكتو | Yocto | 10^{-24} |
| زبتو | Zepto | 10^{-21} |
| أتو | Atto | 10^{-18} |
| فيمتو | Femto | 10^{-15} |
| بيكو | Pico | 10^{-12} |
| نانو | Nano | 10^{-9} |
| ميكرو | Micro | 10^{-6} |
| ملي | Milli | 10^{-3} |
| سنتي | Centi | 10^{-2} |
| ديسي | Deci | 10^{-1} |
| ديكا | Deka | 10^1 |
| هكتو | Hecto | 10^2 |
| كيلو | kilo | 10^3 |
| ميغا | Mega | 10^6 |
| جيجا | Giga | 10^9 |
| تيرا | Tera | 10^{12} |
| بيتا | Peta | 10^{15} |
| إكسا | Exa | 10^{18} |
| زيتا | Zetta | 10^{21} |
| يوتا | Yotta | 10^{24} |

قواعد إظهار الأرقام التعبيرية

١- يجب أن تختار بادئة الوحدة (جم - نيوتن) عندما تكون القيمة العنصرية

ما بين 0.1 إلى 999

٢- يجب أن لا يفصل فارغ بين رمز البادئة ورموز الوحدة مثال ذلك:

(kg, km, kW)

الكميات الهندسية المشتقة :

هناك بعض الكميات الهندسية المشتقة من الكميات الأساسية وهي:

١- المساحة Area

تعتبر وحدة المساحة هي مربع وحدة الطول ويعبر عنها في النظام العالمى

للوحدات SI متر مربع m^2 او مم^٢ mm^٢.

وقد اتفق أيضاً على التعبير عن مساحة الاراضى بالأتى:

فى أوروبا : الهكتار hectare

$$1 \text{ hectare} = 10000 \text{ m}^2$$

فى أمريكا وإنجلترا: الأيكر acre

$$1 \text{ acre} = 4046.85 \text{ m}^2$$

فى مصر: فدان feddan

$$1 \text{ feddan} = 4200.83 \text{ m}^2 = 4200 \text{ m}^2$$

فى الدول العربية : دوتم ويعادل 1000 m^2

٢- الحجم Volume

وحدة الحجم هي مكعب وحدة الأطوال ويعبر عنها في النظام العالمى للوحدات

SI بـ متر مكعب m^3 او مم^٣ mm^٣

كما يستعمل اللتر liter للتعبير عن حجم السوائل والغازات

$$1 \text{ liter} = 1000 \text{ cm}^3 \quad ١ \text{ لتر} = ١٠٠٠ \text{ سم}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ liter} \quad ١ \text{ متر}^3 = ١٠٠٠ \text{ لتر}$$

٢- السرعة Speed أو Velocity

إذا تحرك جسم فإنه يغير مكانه ويقطع الجسم أثناء التحرك مسافة L في زمن معين t فتكون السرعة هي خارج قسمة المسافة على الزمن.
وعلى ذلك يمكن تعريف السرعة بأنه معدل تغير المسافة التي يقطعها جسم ما بالنسبة للزمن، أي معدل حركة الجسم

$$v = \frac{dL}{dt}$$

وحداتها متر/ث (m/sec) أو كم/ساعة (km/h)

والسرعة كمية متجهة بمعنى أن لها مقدار واتجاه وخط عمل، ويمكن تمثيلها بيانياً بخط في نفس اتجاهها وطوله يمثل مقدارها.

٤- السرعة الزاوية Angular Velocity

هي سرعة دوران نقطة حول محور مثال ذلك سرعة المحرك (سرعة عمود الكرنك) يعبر عنها بـ لفة/ دقيقة r.p.m في كل الوحدات وفي النظام العالى للوحدات يعبر عن السرعة الزاوية rad/s

$$1 \text{ r.p.m} = 2\pi/60 \quad \text{rad/s}$$

٥- السرعة المحيطية

تبلغ المسافة التي تقطعها نقطة واقعة على محيط جسم يدور، في اللفة الواحدة طول المحيط $\pi \cdot D$ حيث D قطر الدائرة (m) والمسافة التي تقطعها النقطة في عدد من اللفات n هي $\pi \cdot D \cdot n$

على ذلك السرعة المحيطية هي المسافة التي تقطعها نقطة واقعة على محيط الدائرة في الثانية الواحدة :

$$v = \pi D n \times 60$$

حيث :

v - السرعة المحيطية m/sec

D - قطر الدائرة (m)

n = سرعة الدورانية (r.p.m)

٦- العجلة Acceleration

وهي معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن $a = \frac{dv}{dt}$

وحداتها متر/ث^٢ (m/sec²) وهي كمية متجهة أيضاً مثل السرعة.

فإذا تحرك جراح بسرعة ابتدائية v_1 وزادت سرعته بعد زمن t وأصبحت v_2 فإن الجراح يتحرك بعجلة تساوي:

$$a = (v_2 - v_1) / t \quad [m. s^{-2}]$$

٧- القوة Force

تعرف بأنها العامل الذي يؤثر على جسم ما ويغير من حالة اتزانه. وحالة الاتزان هي وجود الجسم في حالة سكون أو في حالة حركة منتظمة في خط مستقيم. وتحدد القوة بثلاثة عناصر هي للقدار والاتجاه ونقطة التأثير.

ونتيجة لتأثير القوة على الجسم فإنها تكسبه عجلة في نفس اتجاه القوة. وهذه العجلة تتناسب طردياً مع مقدار القوة المؤثرة أما ثابت التناسب فهو كتلة الجسم وبالتالي فإن:

$$F = m \times a \quad \text{القوة} = \text{كتلة} \times \text{عجلة}$$

حيث:

F - القوة Force نيوتن (N)

m - كتلة الجسم كجم (kg)

a - عجلة الجسم متر/ثانية² (m/sec²)

وتستخدم وحدة نيوتن (NEWTON) أو كيلو نيوتن kN

ويعتبر النيوتن (N) الذي سمي باسم السيد إسحاق نيوتن (Isaac Newton)

كوحدة للقوة التي تحرك كتلة مقدارها واحد كيلو جرام بعجلة 1 متر/ث².

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg. m/sec}^2$$

أنواع القوى الميكانيكية

للقوى الميكانيكية أشكال متعددة ومختلفة أهمها:

- قوة الجر traction force

وهي القوة التي تسحب الجسم باتجاه معين فتسبب شدة أو استطالته.

- قوة الضغط compression force

وهي القوة التي تكبس على الجسم بمقدار كتلتها فتؤدي إلى تقارب الجزيئات من بعضها البعض وذلك إذا كان الجسم طرأ كجسيمات التربة.

attraction force قوة الجذب الأرضي

وهي القوة التي تجذب الاجسام الموجودة على سطح الأرض او فوقها نحو مركز الكرة الأرضية. فإذا سقط جسم سقوط حر تحت تأثير الجاذبية الأرضية فإن تسارع الجسم الساحق يكون عجلة الجاذبية الأرضية g وقيمته 9.81 m. s^{-2} لذلك فإن قوة الجذب الأرضي و هي تساوي وزن الجسم W تعطى حسب قانون نيوتن كالتالي:

$$w = m \cdot g \text{ [N]}$$

reaction force قوة رد الفعل

إذا أثرت قوة ما على جسم فإن هذا الجسم يقاوم القوة المؤثرة بقوة تساويها في المقدار و تعاكسها في الاتجاه.

centrifugal force قوة الطرد المركزي

وهي القوة المتولدة عن دوران الجسم حول مركز معين، وتتوقف هذه القوة على كتلة الجسم m وسرعة دورانه v وبعده عن المركز r وتعطى هذه القوة كالتالي:

$$F_c = m \cdot v^2 / r \text{ [N]}$$

friction force قوة الاحتكاك

وهي القوة الناشئة نتيجة حركة سطح جسم ما على سطح جسم آخر.

A. العزم . Torque & Bending Moment

يعرف العزم بأنه دوران الجسم ما حول أحد المحاور (نقطة دوران) نتيجة تأثير قوة (أو محصلة مجموعة من القوى) ويبعد خط عملها عن محور الدوران بمسافة عمودية على اتجاه القوة تعرف بنزاع العزم. وتكون القوة تساوى حاصل ضرب مقدار القوة في ذراعها.

$$T = F \times L \quad \text{العزم = القوة} \times \text{ذراع العزم}$$

حيث:

$$T = \text{العزم Torque ووحدة نيوتن. متر (N.m)}$$

$$F = \text{القوة Force ووحدة نيوتن (N)}$$

$$L = \text{ذراع العزم ووحدة متر (m)}$$

٩- الضغط Pressure

الضغط هو مقدار القوة الواقعة على وحدة المساحة:

$$P = \frac{F}{A} \quad \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} = \text{الضغط}$$

حيث:

$$F = \text{القوة Force نيوتن (N)}$$

$$A = \text{المساحة Area متر}^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$P = \text{الضغط pressure نيوتن/متر}^2 \text{ N/m}^2$$

هذه الوحدة (N/m²) تماثل وحدة بيسكال (Pascal) في النظام العالمي

ويرمز لها بالرمز Pa

١٠- الكثافة Density

هي كتلة وحدة الحجم من المادة

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \frac{\text{الكثافة}}{\text{الحجم}}$$

حيث:

m - الكتلة كجم (kg)

V - الحجم متر³ (m³)

P = الكثافة كجم/متر³ N/m³

١١- الشغل Work

إذا تحرك جسم تحت تأثير قوة معينة لمسافة ما في اتجاه هذه القوة، فيقال إن تلك القوة بذلت شغلاً ويساوى حاصل ضرب القوة في المسافة على أن تكون المسافة في اتجاه . لو يعرف الشغل على أنه كمية الجهد المبذول لرفع ثقل مسافة رأسية محددة أو تحريك قوة مسافة معينة في اتجاه تأثير القوة،

$$W = F \times L \quad \text{الشغل} = \text{القوة} \times \text{مسافة}$$

حيث:

W = الشغل work ، نيوتن متر (N.m)

F = القوة force، نيوتن (N)

L = المسافة Length في اتجاه القوة متر (m)

وتعادل وحدة الشغل N.m وحدة جول (Joule) في النظام العالمي ويرمز

له بالرمز J ($J = N \cdot m$)

ويعرف الجول Joule بأنه كمية الشغل المبذول لتحريك قوة مقدارها ١ نيوتن

Newton مسافة ١ متر (m) في اتجاه تأثير تلك القوة

١٢- القدرة Power

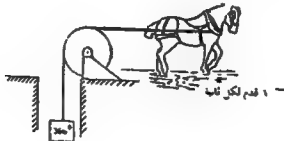
القدرة هي معدل بذل شغل معين:

$$Power = \frac{work}{time} \quad \text{القدرة} = \frac{\text{شغل}}{\text{زمن}}$$

وحدات القدرة (نيوتن. متر/ث) N.m/sec

يطلق على هذه الوحدات Watt ويرمز له بالرمز W ويرجع ذلك الى

أواخر القرن الثامن عشر، حينما رغب جيمس وات (James Watt) أن يقدر محركاته البخارية بدلالة المنافس وذلك الوقت وهو الحصان. وقام بإجراء سلسلة من الاختبارات بخيول متوسطة ووجد أن الحصان يمكن أن يرفع ٣٦٦ رطل من الفحم خارج النجم بمعدل ١ قدم/ث. قام وات بزيادة هذه القيمة بنسبة ٥٠% ليقلل تقدير محركاته بشكل متعمد. ومنذ ذلك الحين استخدم المقدار الناتج، كوحدة أساسية للقدرة الحصانية (horse power (HP)، وهو يعادل ٥٥٠ قدم. رطل/ث، وفي النظام المتري (الفرنسي) استخدام أيضاً الحصان لتعبير عن وحدة القدرة حيث يعرب عن الحصان بأنه القدرة اللازمة لشد قوة مقدارها ٧٥ كجم لمسافة متر خلال زمن مقداره واحد ثانية أي أن الحصان يعادل ٧٥ كجم متر/ث.



وعند استخدام النظام العالى للوحدات تم تسمية وحدة القدرة بالوات (W).
وتعتبر وحدة الوات قدرة مكافئة لتحرك قوة مقدارها ١ نيوتن لمسافة مقدارها متر واحد
خلال ثانية واحدة.

ويعادل الحصان = ٧٤٥,٧ وات (HP = 745.7 W)

او الكيلو وات = ١,٣٤١ حصان (kW = 1.341 HP)

ويعبر عن القدرة الميكانيكية من خلال صيغتين: الأولى القدرة الخطية، وهذه
تحدث عندما تبذل قوة مع سرعة خطية.

$$\text{القدرة} = \frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{زمن}} = \text{القوة} \times \text{السرعة}$$

$$P = \frac{F.L}{t} = F.V$$

حيث: P القدرة و F القوة و L المسافة و t الزمن و V السرعة
والصيغة الثانية تكون القدرة الدورانية وهى القدرة التى تنقل من خلال دوران اجسام
وتحسب القدرة الدورانية

$$P = \frac{2\pi NT}{60}$$

حيث: P = القدرة بالوات (W)

N = سرعة دوران العمود لفة/ دقيقة (r.p.m)

T = مقدار العزم على العمود نيوتن. متر (N.m)

١٣- الطاقة Energy

الطاقة هي مقدرة جسم ما على بذل شغل معين، أي أنه شغل مخزون في ذلك

الجسم. وحدات الطاقة (وات.ث) W.sec او كيلو وات. ساعة kW.h

و هي القدرة على انجاز شغل و تسمى هذه القابلية على انجاز الشغل بالطاقة.

من اهم ما يمتاز به الطاقة المختلفة هو إمكانية تحويل احدها للآخر لتحقيق

غرض معين و هنا نركز على الأشكال الميكانيكية للطاقة و التي أهمها:

طاقة الوضع E_p potential energy :

وهي الطاقة التي يكتسبها الجسم اما بفعل تركيبه او بفعل ارتفاعه عن منسوب معين.

فمثلا اذا رفعنا جسم من سطح الأرض الى ارتفاع معين فاننا نبذل شغلا للتغلب على

جاذبية الأرض للجسم أي برفعنا الجسم نكون قد اكسبناه خاصية جديدة لم يمتلكها من

قبل و الشغل في هذه الحالة هو حاصل ضرب وزن الجسم g . m في الارتفاع h أي ان:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad [J]$$

طاقة الحركة kinetic energy : هي الطاقة التي يكتسبها الجسم بفعل حركته.

ان جزيئات الجسم في حالة حركة مستمرة و الحرارة التي يحتويها جسم هي طاقة حركة

هذه الجزيئات. فالجوار المتحرك و الجسم الساقط يحتوي على طاقة حركة تتولد فيها

بفعل حركتها و تعطى طاقة حركة الجسم بنصف حاصل ضرب كتلة الجسم في مربع

سرعته:

$$E_k = 0.5 m \cdot V^2 \quad [J]$$

الطاقة قد تكون ظاهرة (متحركة) يمكن الإحساس بها وقياسها، أو مختزنة (كامنة Latent) Stored يمكن تحويلها إلى ظاهرة. عموماً يمكن تصنيف الطاقات إلى ستة أنواع رئيسية كالآتي:

١- الطاقة الميكانيكية Mechanical Energy:

هي الطاقة التي يمكن أن تؤدي في صور مختلفة مثل طاقة الوضع وطاقة الحركة، يمكن استخدامها مباشرة وتحويلها بسهولة إلى أنواع أخرى.

٢- الطاقة الكهربائية Electrical Energy:

تنتج بمرور الإلكترونات في الموصلات الكهربائية، وهي أرقى أنواع الطاقة وأفضلها لدى الإنسان حيث تتميز ببساطة استخدامها وسهولة تحويلها إلى الأنواع الأخرى من الطاقة، ويمكن تخزينها في صورة مجال كهربى أو كهروستاتيكي.

٣- الطاقة الكيميائية Chemical Energy:

وهي طاقة مختزنة فقط تظهر عند التفاعلات الكيميائية مثل احتراق الوقود ومرور التيار من بطارية. فالوقود يحتوى على طاقة كيميائية مختزنة به، لا تنطلق إلا عندما يحترق (يتفاعل مع الأكسجين) حيث تتحول الطاقة الكيميائية للوقود إلى طاقة حرارية. وبطارية السيارة الجرار أيضاً تحتوى على طاقة كيميائية تتحول إلى كهربائية عند توصيل قطبيها بدائرة خارجية.

٤- الطاقة الكهرومغناطيسية Electromagnetic Energy:

وتنتقل على هيئة أشعة كهرومغناطيسية Electromagnetic waves وسرعة الضوء ولكن بأطوال موجية مختلفة. ومن أمثلتها الإشعاع الحرارى وأشعة إكس، وموجات الراديو.

٥- الطاقة الحرارية Thermal Energy.

وهي أبسط وأرخص أنواع الطاقة حيث يسهل الحصول عليها بإحتراق المادة أو الوقود. وهي أيضاً أدنى أنواع الطاقة إذ يصعب استخدامها مباشرة في جوانب الحياة المختلفة، كما أنه ليس من السهل تحويلها إلى أنواع الطاقة الأخرى، الطاقة الحرارية هي مقياس لحركة جزيئات المادة، والصورة الظاهرة لها هي الحرارة Heat التي تنتقل من الأجسام الساخنة إلى الباردة، ويمكن تخزينها في المواد المختلفة على هيئة حرارة محسوسة Sensible heat أو كامنة Latent heat.

الحرارة المحسوسة

عندما تكتسب مادة أو تفقد كمية من الحرارة وينتج عنها تغير في درجة حرارة المادة يطلق على هذه الحرارة (الحرارة المحسوسة) وتصرف كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الأوزان درجة حرارة واحدة بالحرارة النوعية للمادة.

كمية الحرارة المحسوسة = وزن المادة × الحرارة النوعية للمادة × بطرق درجات الحرارة

الحرارة الكامنة

عندما تكتسب أو تفقد مادة ما كمية من الحرارة دون حدوث أي تغير في درجة حرارة المادة يطلق على هذه الحرارة (الحرارة الكامنة) ويحدث ذلك عند تحول المادة من صورة إلى أخرى (تجميد - انصهار - تبخير - تكثيف) مع ملاحظة أن قيمة الحرارة الكامنة اللازمة لتجميد وحدة الأوزان من مادة ما تساوي قيمة الحرارة الكامنة اللازمة لانصهار نفس الوزن ويتعلق ذلك أيضاً في حالتى التبخير والتكثيف.

كمية الحرارة الكامنة = الوزن × الحرارة الكامنة لوحدة الأوزان

∴ كمية الحرارة الكلية = كمية الحرارة الكامنة + كمية الحرارة المحسوسة

٦- الطاقة الذرية Atomic Energy

وهي طاقة هائلة مخترنة لا تظهر الا عندما تتفاعل مكونات ذرات المادة، وتنقسم إلى نوعين رئيسيين:

A- الطاقة الانشطارية، Fission Energy

وتنطلق عند انشطار الذرات الثقيلة كاليورانيوم والبلوتونيوم إلى ذرات عناصر أخف. وهذه الطاقة، حسب قانون العالم الشهير ألبرت اينشتين، تعادل فرق الكتلة بين الذرات الثقيلة والنرات الخفيفة الناتجة عن التفاعل، وهي طاقة هائلة بالنسبة لكتلة الوقود إذا ما قورنت بالأنواع العادية الأخرى.

B- الطاقة الاندماجية Fusion Energy

التي تنطلق من اندماج ذرات عناصر خفيفة لتكوين ذرات عناصر أثقل، مثل اندماج ذرات هيدروجين لتكوين ذرة واحدة من الهليوم. هذا التفاعل يحدث في الشمس وتنطلق منه الطاقة الشمسية.

ثانياً: هيدروليكا الموائع

المادة هي كل ما يشغل حيز من الفراغ وله كتلة والمائع هو المادة القابلة للأسياب ولا تتخذ شكل محدد .

-سريان السوائل

سريان السوائل إما أن يتم في مجار مكشوفة كالأنهار وقنوات الري أو في مجر مغلقة مثل أنابيب المياه تسير المياه في القنوات المكشوفة تحت تأثير الجاذبية ويكون سطح الماء معرض للضغط الجوي ويكون السريان فيها نتيجة ميل القناة وليس لوجود ضغط جوى، أما المجارى المغلقة الممتلئة فيعتمد السريان فيها على وجود فروق في الضغط على طول خط السريان. إذا كانت الأنابيب بأشكالها المختلفة غير ممتلئة بالماء السارى تكون معرضة للضغط الجوي على طول خط السريان فتتقابل من حيث القوانين وخواص السريان مع القنوات المكشوفة.

التصرف (Q)،

يعرف التصرف (Q) بأنه كمية السائل المارة في الأنبوبة في وحدة الزمن ويعبر عنه بالوحدات التالية (لتر/ثانية) متر مكعب/ثانية) وهكذا فإذا كان التصرف الذى يسرى في أنبوبة هو (Q) والسرعة المتوسطة (V) ومساحة مقطع الأنبوبة العمودى على اتجاه السرعة هي (A) كان قانون الاستمرار ينص على أن:

التصرف = السرعة المتوسطة × مساحة القطاع

$$Q = A \cdot V$$

أي

فإذا كانت هناك أنبوبة متغيرة مساحة القطاع وكانت السرعة في الجزء الأول هي V_1 ومساحة القطاع A_1 وفي الجزء الثانى السرعة V_2 والمساحة هي A_2 وهكذا وفي حالة عدم دخول أى سائل للأنبوبة أو خروجه منها فإن:

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

أي أنه ما دام التصريف ثابتاً يكون حاصل ضرب مساحة القطاع (A) وسرعة سريان السائل (V) عند هذا القطاع يساوي حاصل ضربيهما في أي قطاع آخر، وتسمى هذه المعادلة بمعادلة الاستمرار.

خواص السوائل:

للسوائل بشكل عام خصائص منها:

١- ليس للسوائل شكل في حد ذاتها

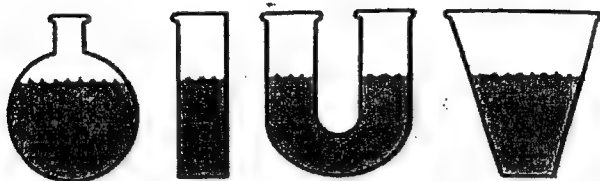
تأخذ السوائل شكل أي إناء أو وعاء (شكل ١) موجودة به ولهذا السبب فإن الزيت في الدوائر الهيدروليكية يستطيع أن يسري أو يمر في أي اتجاه وداخل أي مسار وبأي حجم أو شكل.

٢- السوائل غير قابلة للانضغاط

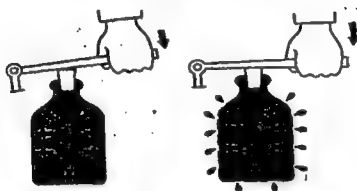
لو حاولنا الضغط على السداد الفلين لقارورة مسدودة جيداً فإن السائل داخل القارورة لا يضغط وسوف تتحطم القارورة. (شكل ٢).
ملحوظة: حينما تقع السوائل تحت ضغط عالٍ فإنها في الواقع تنضغط بمقدار ضئيل يمكن إهماله وللتبسيط فإننا سنعتبر السوائل غير قابلة للانضغاط.

٣- السوائل تنقل الضغوط الواقعة عليها وفي كل الاتجاهات

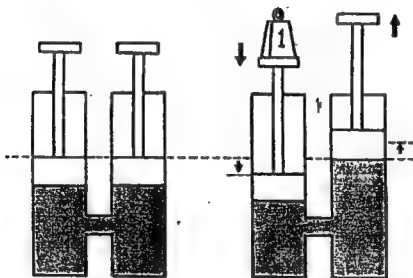
في التجربة الموضحة في (شكل ٢) نلاحظ أن القارورة الزجاجية قد تتحطم كما تبين أيضاً كيف تقوم السوائل بنقل الضغط الواقع عليها في كل الاتجاهات، حينما نوضع تلك السوائل تحت الانضغاط، وسنوضحها أكثر بالتجربة التالية.



شكل (١) : أهراس للسوائل شكل معين



شكل (٢) : السوائل غير قابلة للانضغاط



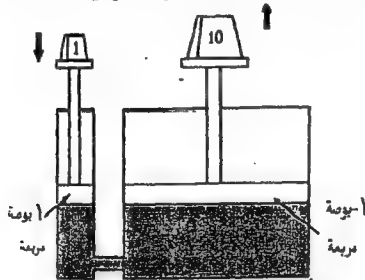
شكل (٣) : تنقل السوائل الضغط الواقع عليها في كل الاتجاهات

خذ اسطوانتين بنفس الحجم (مساحة المقطع واحد سنتيمتر مربع) وصلهما بأنبوبية. املا الاسطوانتين بالزيت للمستوى المبين في الشكل (٣) ضع في كل اسطوانة مكبس يرتكز على لعملة من الزيت والآن اضغط لأسفل على أحد الاسطوانتين بقوة واحد نيوتن سوف يسرى هذا الضغط وتؤثر على المكبس الآخر قوة مساوية لواحد نيوتن ويرفع لأعلى كما هو موضح بالشكل.

٤- تحقق السوائل زيادة كبيرة في قوة الشغل

خذ اسطوانتين آخرين ولكن بأحجام مختلفة وصلهما كما هو موضح (بشكل ٤)

الاسطوانة الأولى مساحة مقطعها A_1 والاسطوانة الأخرى مساحة مقطعها يعادل $10A_1$ استخدم قوة F على المكبس الأصغر في الاسطوانة الصغيرة، ينتج عن ذلك سريان السائل إلى الاسطوانة الثانية. وعلى ذلك فإن ضغطاً مقداره (F/A_1) يؤثر على الاسطوانة الكبيرة وبما أن هذه الاسطوانة لها مساحة مكبس مقدارها عشرة أمثال الاسطوانة الأولى فإن القوى الكلى المؤثر على سطح المكبس يصبح عشرة أمثال القوة المؤثرة على الاسطوانة الأولى وبمعبر آخر فإننا حصلنا على زيادة في قوة الشغل وأشهر تطبيقات هذه القاعدة هي ليثاف ماكينة كبيرة بضغط بسيطة على دواسة الفرائل.



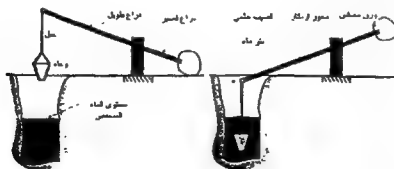
شكل (٤) : تحقق السوائل زيادة كبيرة في قوة الشغل

- ضخ السوائل

يتطلب نقل السوائل من مكان إلى آخر أو رفعه من مستوى منخفض إلى مستوى مرتفع لذا بدء الانسان باختراع آلات رفع الماء التى منها ما تعمل يدوياً أو باستخدام الحيوان أو آلياً.

وتعتبر آلة الشادوف من أقدم ما استعمله الإنسان لرفع الماء من الآبار بطريقة توفر عليه جهداً كبيراً ويبين شكل (5) طريقة عمل الشادوف والذي يتكون من قضيب خشبي طويل يرتكز قرب نهايته على محور مثبت في كتلة خشبية مثبتة بحيث يكون حر الحركة حول محوره. كما يثبت بإحدى طرفي القضيب (ناحية الذراع الطويل) في نهايته وعاء بينما يثبت وزن معاكس في نهاية طرف الذراع القصير ليجعل لرجحة القضيب الخشبي حول محوره سهولة ولا تتطلب جهداً كبيراً.

ولما زادت حاجة الإنسان إلى كميات كبيرة من الماء في الزراعة توصل إلى اختراع آلة الساقية التى تستخدم طاقة الحيوان لإدارتها. تتكون الساقية من مجموعة لنقل الحركة وعجلة راسية ودورة ومجموعة نقل الحركة عبارة عن ترسين خشبيين أحدهما أفقى والآخر راسى معشقان على شكل زاوية قائمة. يوضع الترس الراسى أعلى مصدر الماء ويقوم بإدارة عجلة راسية كبيرة ذات جيوب تحمل الماء من أسفل وتصبه في مجرى متصل بمركز العجلة. ويقوم الحيوان بإدارة الترس الأفقى في مسار دائرى فتدور الساقية ذات الجيوب في الاتجاه الراسى.



شكل (5) : طريقة عمل الشادوف لرفع المياه

حاليا تستخدم المضخات لرفع وتحريك السوائل من مكان إلى آخر، وهي عبارة عن آلة يدور فيها عضو دوار داخل غلاف محكم فيسحب السائل إلى داخلها ليبذل عليه شغلاً بمقدار طاقة حركته فيخترنه السائل في صورة طاقة تسبب ارتفاع في ضغطه وتجعله يخرج متدفقاً من مخرج المضخة.

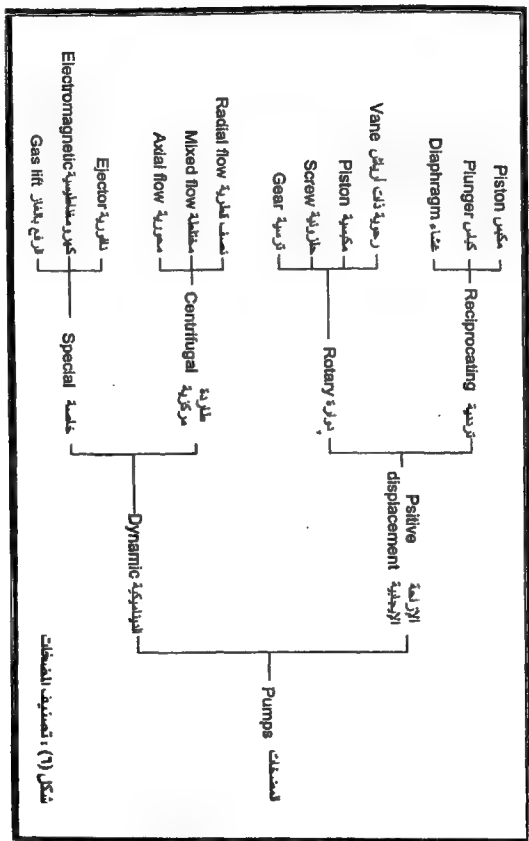
وجدير بالذكر أن المضخة لا تملك بذاتها رفع ضغط السائل المار بها لأن ذلك يحتاج إلى صب الماء في حيز مغلق، ولكن يستعاض عن ذلك بوجود مقاومة تعاكس سريان الماء فبينما يتحرك السائل من مدخل المضخة إلى خارجها فإنه يكتسب قدرًا من الطاقة، وهو في نفس الوقت يواجه مقاومة للضغط وتحريكه خلال بقية منظومة المضخة وملحقاتها من مواسير ووصلات وصمامات فتتحول تلك الطاقة إلى ضغط بمقدار هذه المقاومة.

وبهذا يتحدد ضغط المضخة بمقدار الحمل الملقى على عاتقها بالإضافة إلى طاقة الوضع بين مستوى السائل الأدنى والأعلى لسحب وطرد المضخة.

تصنيف المضخات وأنواعها

Pumps classification and types

وبين شكل (٦) تصنيف المضخات. وتنقسم المضخات إلى نوعين أساسيين هما مضخات الإزاحة الإيجابية والمضخات الديناميكية، وهناك فرقاً جوهرياً بين مضخات الإزاحة الإيجابية والمضخات الديناميكية يكمن في أن الأولى تعطي حجماً محدداً من السائل في فترة معينة ثم يتوقف خروج السائل لفترة أخرى أثناء دورة تشغيل واحدة، بينما تعطي المضخات الديناميكية تصرفاً مستمراً للسائل.



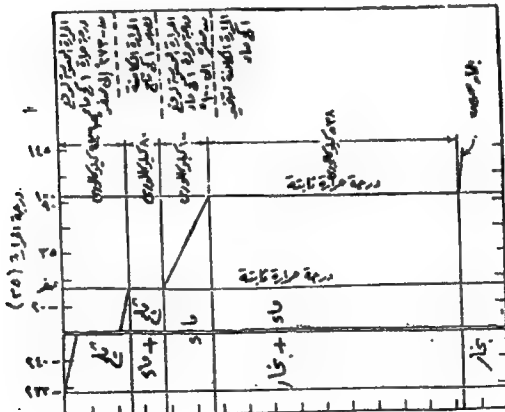
- خواص الماء

يدخل الماء في تركيب جميع المنتجات الزراعية الحيوانية والنباتية بصور مختلفة كما يستعمل الماء بصورته المألوفة (السائلة) في إعداد وتجهيز المنتجات الزراعية. لذلك معرفة الحالات التي يمكن أن يكون عليها الماء خصوصاً وأن بعض عمليات إعداد وحفظ الغذاء تقصد أساساً تحويل الماء من حالة إلى حالة أخرى كما في حالات التجفيف والتبخير مثلاً فإنه يتم إزالة جزء من الماء الموجود بالمادة بتحويله إلى الصورة الغازية (بخار) وذلك بتسخين المادة بينما في حالة التجميد يحول الماء الموجود بالمادة إلى الصورة الصلبة (ثلج)

يتواجد الماء في حالة من الحالات الثلاث الصلبة أو السائلة أو الغازية، تتوقف حالة الماء على درجة الحرارة والضغط. تحت الضغط الجوي العادي إذا كانت درجة حرارة الماء أقل من صفر⁰م فإنه يكون في الحالة الصلبة (ثلج). إذا كانت درجة حرارة الماء أعلى من ١٠٠م⁰ فإنه يكون في الحالة الغازية (بخار). إذا كانت درجة حرارة الماء أعلى من صفر⁰م أقل من ١٠٠م⁰ فإنه يكون في الحالة السائلة (ماء) أما إذا كانت درجة الحرارة صفر⁰م (درجة حرارة انصهار الثلج - تجميد الماء فأما أن يكون صلب أو سائل مخلوط منها (ثلج وماء) وكذلك عندما تكون درجة الحرارة ١٠٠م⁰ (درجة تبخير الماء - تكيف البخار) فأما أن يكون سائل أو بخار أو مخلوط منهما (ماء وبخار) أي أنه قد يتواجد الماء في صورتين في وقت واحد. أي أنه قد يتواجد الماء في صورتين في وقت واحد. وذلك عندما يكون في حالة تحول من صورة إلى أخرى.

نفرض أن الماء في الحالة الصلبة (ثلج) أي أن درجة حرارته أقل من صفر⁰م، بإضافة حرارة إلى هذا الثلج تحت ضغط ثابت ترتفع درجة حرارة الثلج حتى تصل

درجة حرارته إلى الصفر وتظل درجة الحرارة ثابتة رغم إضافة كميات أخرى من الحرارة حتى يتم انصهار الثلج (حرارة كامنة). بعد تحول الثلج إلى ماء وبتزايد كمية الحرارة ترتفع درجة حرارة الماء (حرارة محسوسة) إلى أن تصل درجة حرارة الماء إلى 100°C بينما الماء في التبخر وتظل درجة الحرارة ثابتة رغم إضافة كميات من الحرارة حتى يتحول كل الماء إلى بخار بعدها أي زيادة في كمية الحرارة ينتج عنها زيادة في درجة حرارة البخار (بخار محمص). إضافة الحرارة تحت ضغط منخفض جداً فإن الثلج يتسامى ويتحول إلى الصورة الغازية مباشرة ويوضح شكل (أ) العلاقة بين درجة حرارة الماء وكمية الحرارة تحت الضغط الجوي العادي.



شكل (أ): العلاقة بين درجة حرارة الماء وكمية الحرارة تحت الضغط الجوي العادي.

- خواص الهواء

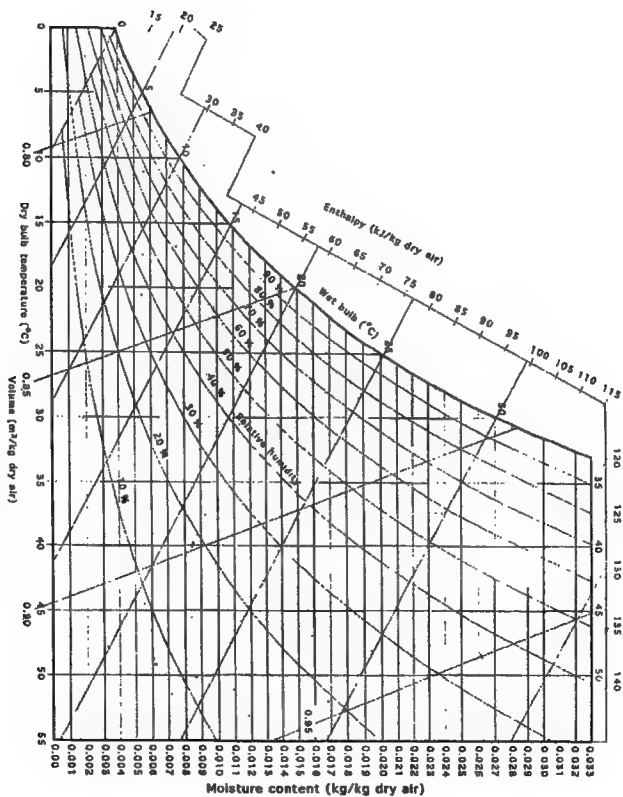
يتكون الهواء من جزيئات غازية هي عبارة عن ذرات مزدوجة. كنموذج لذلك يمكننا تصور الجزيئات الغازية على شكل كرات مرنة صغيرة جداً. السننيمتر المكعب الواحد من الهواء يحتوى على عدد لا يحصى من هذه الذرات، يصل هذا العدد إلى (28×10^{18})

والهواء عبارة عن مخلوط غازي يتكون اساسا من غازين هما نيتروجين بنسبة ٧٨ ٪ من الحجم واكسجين بنسبة ٢١ ٪ ونسبة ضئيلة من ثاني أكسيد الكريون، هيدروجين ، أرجون و بجانب هذه الغازات يحتوى الهواء الجوى على نسبة من بخار الماء.

للhواء بعض الخواص التى تستخدم كمقياس لقياسه على حمل الرطوبة

- ١- درجة الحرارة الجافة Dry bulb temperature
- ٢- درجة الحرارة الرطبة Wet bulb temperature
- ٣- نقطة الندى Dew point
- ٤- الرطوبة المطلقة Absolute humidity او المحتوى الرطوبى (Moisture content)
- ٥- الرطوبة النسبية Relative Humidity
- ٦- الحجم النوعى Specific volume
- ٧- كمية الحرارة (المحتوى الحرارى) Enthalpy

توجد خواص الهواء فى مجموعة منحنيات (شكل ٩) تسمى بالمنحنيات السيكرومتريّة SYCHROMETRY (الخريطة السيكرومتريّة) و تعريف السيكرومتري على انها دراسة الخواص الطبيعية والحرارية لمخلوط الهواء وبخار الماء. وهناك تطبيقات هامة للسيكرومتري أهمها: الترطيب humidification، التجفيف Drying، وتكييف الهواء Air conditioning والتبريد التبغري Evaporative Cooling



Metric psychrometric chart.

الخريطة السيكرومترية, Schometric Chart

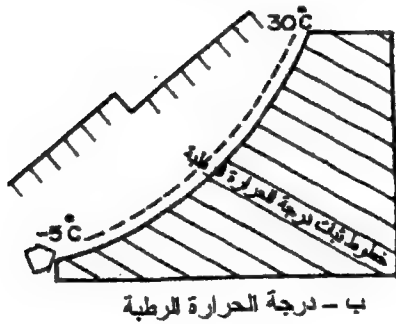
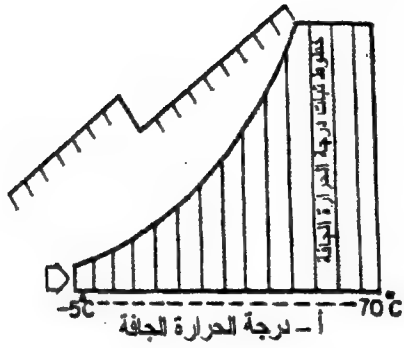
الخريطة السيكرومترية عبارة عن مجموع من المنحنيات يجمع جميع الخواص السيكرومترية في خريطة واحدة. وللتحوران الأساسيان لهذه الخريطة هما درجة الحرارة الجافة كمحور افقى والرطوبة المطلقة كمحور رأسى. وهى تمكننا من تحديد جميع خواص الهواء بمعلومة أى خاصيتين بدون الحاجة إلى استخدام المعادلات المعقدة. يجب أن ننوه على أن القيم المتحصل عليها من الخريطة السيكرومترية هى قيم تقريبية إما إذا احتاج الأمر إلى قيم دقيقة فلا بد من استخدام المعادلات. والخواص السيكرومترية تعتمد على الضغط الجوى وجميع الخرائط تبنى عادة على أساس الضغط الجوى القياسى والذى قيمته ١٠١٣٠٠.

١- درجة الحرارة الجافة, Dry bulb Temperature, $T_{d.b}$

درجة الحرارة الجافة للهواء هى درجة حرارته المقاسة بالترمومتر العادى أو أى وسيلة أخرى من وسائل قياس درجات الحرارة. وتوجد درجة الحرارة الجافة على المحور الأفقى من الخريطة السيكرومترية. والخطوط الرأسية تمثل خطوط ثابت درجة الحرارة ويرمز لها بالرمز $T_{d.b}$.

٢- درجة الحرارة الرطبة, Wet bulb temperature, $T_{w.b}$

درجة الحرارة الرطبة للهواء هى درجة حرارته المقاسة بنفس الطريقة السابقة ولكن الجو المحيط مشبع ببخار الماء عن طريق تغطيتها بصيائه مغطاه بقضبة قماش مبتلة أو قطعة فظن مبتلة. وتقاس درجة الحرارة الرطبة بعد تحريك الترمومتر بسرعة فى الهواء. ويرمز لها بالرمز $T_{w.b}$. وتوجد درجة الحرارة الرطبة على الخريطة السيكرومترية من التدرج اللقام على منحنى التشبع. ومن الشكل يتضح أن خطوط درجات الحرارة الرطبة هى الخطوط المائلة وهى تمثل خطوط ثابت درجة الحرارة الرطبة.



٢- الرطوبة النسبية R.H Relative Humidity

الرطوبة النسبية للهواء هي نسبة الضغط الجزئى لبخار الماء الموجود فى الهواء الرطب عند درجة حرارة معينة إلى ضغط البخار عند حالة التشبع عند نفس درجة الحرارة أى أن

$$\% R.H = (P/P_s) \times 100$$

حيث:

RH : الرطوبة النسبية ، كنسبة مئوية %

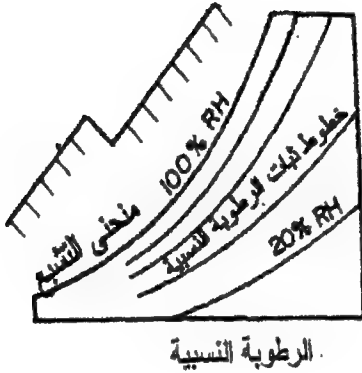
P : الضغط الجزئى لبخار الماء الموجود فى الهواء عند درجة حرارة معينة

P_s : ضغط التشبع عند نفس درجة الحرارة

وتتراوح قيم الرطوبة النسبية بين صفر ، ١٠٠% . ويقال للهواء أنه مشبع عند ضغط معين ودرجة حرارة معينة عندما تكون رطوبته النسبية ١٠٠% وتكون رطوبته المطلقة تحت تلك الظروف أقصى ما يمكن . وعموما عند درجة حرارة نقطة الندى تكون رطوبة الهواء النسبية ١٠٠% .

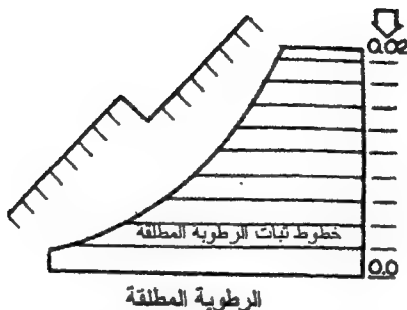
وتمثل الرطوبة النسبية بالمنحنيات الجنبية للخريطة السيكرومترية كما فى الشكل ومنحنى رطوبة نسبة ١٠٠% هو المنحنى الذى يقفل الشكل والمنحنيات التى توازيها تعطى قيم أقل للرطوبة النسبية ٩٠% ، ٨٠% . وهكذا . وتلك المنحنيات تمثل خطوط

ثبات الرطوبة النسبية ويرمز لها بالرمز R.H



٤- الرطوبة المطلقة، H Absolute Humidity,

الرطوبة المطلقة هي مقياس لكمية بخار الماء الموجود في ١ كيلوجرام من الهواء الجاف ووحداتها كيلو جرام من الماء لكل واحد كيلو جرام هواء جاف وتقاس الرطوبة المطلقة بوحدة $\text{kg water/kg dry air}$ على المحور الرأسي الأيمن من الخريطة السيكمترية خطوط ثابتة الرطوبة المطلقة تمتد أفقياً تماماً كما في حالة خطوط نقطة الندى الندى ويرمز للرطوبة المطلقة بالرمز H وهي أحياناً تسمى بالرطوبة أو الرطوبة النوعية أو نسبة الرطوبة أو المحتوى الرطوبي للهواء

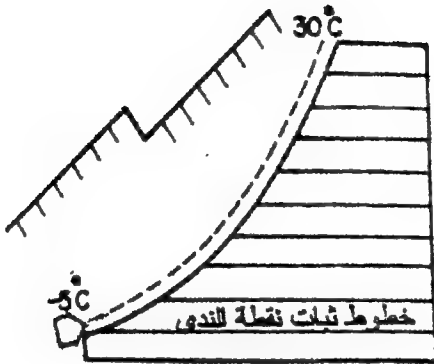


5- درجة حرارة نقطة الندى Dew point Temperature, TD.P

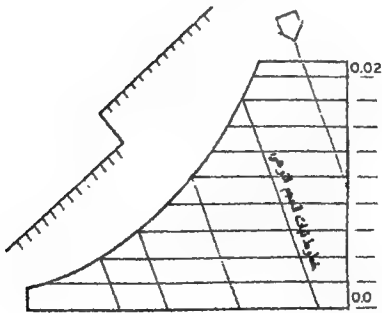
درجة حرارة نقطة الندى هي درجة الحرارة التي يحدث عندها تكثيف للرطوبة على السطح. وتقاس درجة حرارة نقطة الندى على نفس تدريج درجة الحرارة الرطبة ولكن خطوط ثبات درجة حرارة نقطة الندى هي الخطوط الأفقية تماماً هي الخريطة السيكمرومترية وليست الخطوط المائلة كما هي حالة درجة الحرارة الرطبة ويرمز لها بالرمز $T_{d.p}$

6- الحجم النوعي specific volume

الحجم النوعي هو الحجم لكل وحدة كتلة من الهواء الجاف وهي مقلوب الكثافة ويرمز لها بالرمز V وتقاس بوحدة m^3/kg dry air وخطوط ثبات الحجم النوعي هي الخطوط المائلة بزاوية متفرجة على المحور الأفقي وتقرأ قيمة الحجم النوعي مباشرة من القيمة المكتوبة على كل خط.



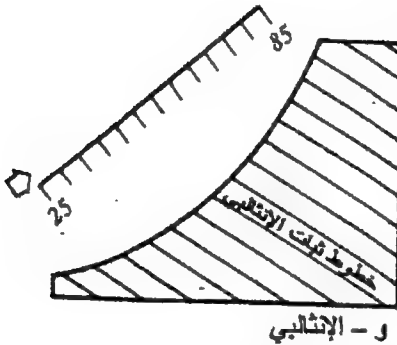
نقطة الندى.



الحجم النوعي على الخريطة الميكرومتريّة.

٧- الإنثالبي h , kJ/kg , h Enthalpy, kJ/kg , h

وتقاس الإنثالبي على الخريطة السيكمومترية من التدريج المثلث الموضوع خارج الخارطة. وخطوط ثبات الإنثالبي تنطبق تماما على خطوط درجة الحرارة الرطبة وهي الخطوط المائلة ويرمز للإنثالبي بالرمز h وتقاس بوحدة كيلو جول/كجم هواء جاف kJ/kg dry air

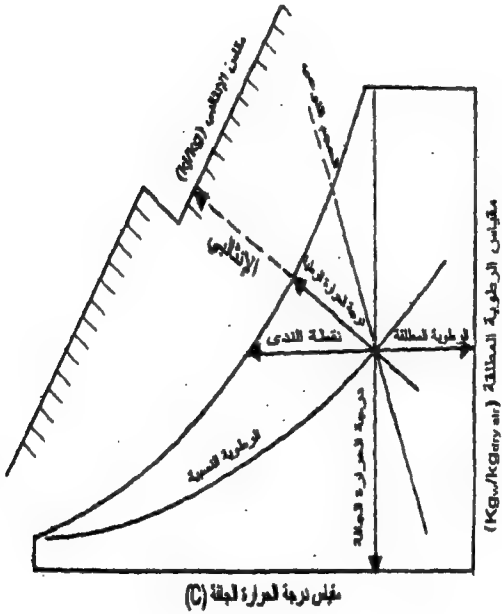


تحديد حالة الخليط بالخريطة السيكمومترية

يقصد بتحديد حالة خليط الهواء وبخار الماء هو تقدير جميع الخواص الحرارية والطبيعية للخليط. ويلزم لتعيين حالة الهواء معرفة أي خاصيتين من خواص الخليط. ويتم ذلك بتوقيع الخطان المثلان لقيم تلك الخاصيتين على الخريطة ونحدد نقطة

تقاطع هاذين الخطين . نقطة التقاطع هذه تمثل حالة (state) الهواء أو حالة الخليط.

ثم نقرأ الخواص السيكرومترية مباشرة من الخريطة



الفصل الثانى

الطاقة فى الزراعة

معدل احتياج العالم من الطاقة فى تزايد مستمر نتيجة لتزايد عدد السكان والنمو الاقتصادى وكذلك زيادة معدل استهلاك الطاقة للفرد. يتعاوى فى الوقت الحالى معدل الزيادة فى مصادر الوقود الأحفورى Fossil energy مع الزيادة على الطلب للطاقة أما فى المستقبل سوف يكون هناك نقص . كما أن الاستمرار على أن يكون الوقود الأحفورى هو مصدر الطاقة الأساسى والوحيد وهو بالإضافة إلى كونه غير دائم ومستمر سيؤدى إلى عدة مشاكل منها أن احتراق هذا الوقود سيؤدى إلى تفاقم مشكلة تزايد نسبة ثانى أكسيد الكربون وظاهرة الاحتباس الحرارى greenhouse effect وما ينتج عنها من ارتفاع كبير فى حرارة سطح الأرض وكذلك تلوث البيئة environmental pollution.

وبالرجوع إلى استهلاك العالم من الطاقة خاصة فى العقدين الأخيرين من القرن العشرين وكذلك إلى الدراسات التى أجريت لتحديد المخزون العالمى من مصادر الطاقة التقليدية خاصة الوقود الأحفورى نلاحظ الآتى أنه بين عام ١٩٧٠ و ١٩٩٥ كان معدل الزيادة فى استهلاك العالم من الطاقة حوالى ٢,٥٪ فى الوقت الذى كان فيه معدل الزيادة السكانية حوالى ١,٧٪ أما بين عامى ١٩٩٥ و ٢٠١٥ متوقع أن يكون معدل الزيادة فى استهلاك العالم من الطاقة حوالى ٢,٢٪ فى العالم من زيت البترول متوقع أن يكفى الاستهلاك العالمى لمدة ٥٠ عام عند معدل الإنتاج فى عام ١٩٩٨. على مستوى العالم فإن مخزون الغاز الطبيعى متوقع أن يكفى الاستهلاك العالمى لمدة ٥٠ عام أما الفحم فيكفى لمدة ١٠٠ عام وذلك عند معدل الإنتاج فى عام ١٩٩٨.

وفيما يلى سوف نستعرض بإيجاز مصادر الطاقة المختلفة سواء التقليدية أو المتجددة خاصة من حيث المكونات وكيفية الحصول على الطاقة منها وكذا عيوب

ومميزات كل مصدر. تنقسم مصادر الطاقة في العالم إلى قسمين رئيسيين هما مصادر الطاقة الغير متجددة ومصادر الطاقة المتجددة.

١- مصادر الطاقة الغير متجددة.

Nonrenewable Energy Resources

وتعتبر هذه المصادر محدودة الكمية مهما كثرت وبانتهائها ينتهي مصدرها ويقع ضمن هذه المصادر التالية.

١- البترول الخام Crude Oil or Petroleum

٢- الفحم Coal

٣- الغاز الطبيعي Natural Gas

٤- اليورانيوم الغير متوالد Non-breeder Uranium

ويعتبر البترول والفحم من أهم هذه المصادر استخداما في الزراعة ويتوقع أن يستمر استخدامها لفترات زمنية بعيدة. ويختص البترول بموقع خاص حيث أن الوقود البترولي السائل (ديزل- جازولين) هو المستخدم في محركات الاحتراق الداخلي للجرارات والمعدات الزراعية.

- مصادر الطاقة المتجددة Renewable Energy Resources

وهي الطاقة المولدة من مصدر طبيعي غير تقليدي مستمر لا ينضب أبدا. ويقع ضمن هذا القسم مصادر الطاقة الآتية:

١- من الحيوان Animal

٢- من الإنسان Man

٣- من الكتلة الحيوية Biomass

٤- من الشمس Sun

٥- من المساقط المائية Water falls

٦- من الرياح Wind

٧- من حرارة بطن الأرض

٨- من اليورانيوم المتوالد Uranium 1

٩- من البراكين Borcanoes

وأكثر ما يخص أو يناسب التطبيقات الزراعية من هذه المصادر هي مصادر الطاقة من الإنسان والحيوان والشمس والكتل الحيوية والرياح. وقد استخدم الإنسان ولازال يستخدم هذه المصادر من الطاقة في الزراعة بنسب متفاوتة تبعاً لتوفر هذه المصادر وطبيعة المنطقة وتقديمها التكنولوجي.

أولاً: مصادر الطاقة الغير متجددة

Nonrenewable Energy Resources

١- الفحم ، Coal

ويعتبر الفحم أكثر مصادر الطاقة الأحفورية (Fossil) تواجداً في العالم إلا أن مشاكل استخراجة تشكل عقبة في سبيل اعتباره كبديل للبترو. من المحاولات التي تمت أخيراً تحويل الفحم وهو في باطن الأرض إلى سائل أو غاز ثم سحبه في هذه الصورة. يستخرج الفحم من باطن الأرض، وهو أحد المصادر الهامة للطاقة في هذا العصر. ولا يوجد للفحم تركيب ثابت، فهو خليط من عدة مواد، ويحتوي الفحم على قدر معين ومتغير من الكربون.

ولم يحتفظ الفحم بأهميته كمصدر للطاقة في خلال القرن العشرين، وذلك بعد اكتشاف البترول الذي أصبح من لشد المنافسين للفحم في هذا الزمان، بل حل محله في كثير من الحالات. ويبدو اليوم أن هذه الصورة ستغير إلى حد ما،

خاصة بعد أن شاركت كثير من التقديرات إلى احتمال نضرب المخزون من البترول في باطن الأرض، خلال الأعوام القليلة القادمة.

وينكون الفحم من باطن الأرض نتيجة لتفحم بقايا النباتات والأشجار، ولذلك يقال أن الفحم يختزن في داخله الطاقة الشمسية التي تسبق للنباتات أم امتصتها في أثناء حياتها على سطح الأرض. ونظراً لأن عملية التحول من النبات إلى فحم تحتاج إلى وقت طويل يقدر بملايين السنين، ولذلك يجب المحافظة عليها واستعمالها بحرص شديد وعدم استنزافها.

ولا يوجد الفحم عارياً على سطح الأرض إلا نادراً. وعندما تكون رواسب الفحم قريبة من سطح الأرض فإنه يمكن عندئذ استخدام الطريقة التي تعرف باسم التعدين السطحي. أما إذا كانت رواسب الفحم على عمق كبير من سطح الأرض ويلزم حفر آبار وصنع أنفاق (مناجم) تصل إلى رواسب الفحم. وتعرف هذه الطريقة باسم التعدين الأرضي.

والفحم الحجري ثلاثة أنواع تختلف باختلاف الجهات التي يستخرج منها وباختلاف الفرض الذي تستعمل فيه كما أن هذه الأنواع تختلف في درجة التفحم وفي نسب تركيبها، فبعضها يحتوي على ٥٠ ٪ كربون والبعض الآخر يحتوي على ٩٠ ٪ كربون. ويجب أن نعلم أن نسبة الكربون في الفحم الحجري هي العامل الرئيسي لمعرفة نوعه.

من أنواع الفحم الطبيعي ما يسمى بالفحم البني (Brown Coal) او اللجنيت (Lignite) وهو ناتج تحليل بقايا نباتات أقدم من الخشب الصخري وتصل فيه نسبة الكربون إلى حوالي ٦٨ ٪ والهيدروجين إلى ٥,٥ ٪ والأكسجين ٢٥ ٪ والنيتروجين ١ ٪ كما تعادل القيمة الحرارية له ٢٧٢٠٠ كجول / كجم. وتصل فيه نسبة الكبريت عند استخراجه بين ١ ٪، ٢ ٪. كما تصل فيه نسبة الرطوبة إلى ٢٠ ٪

فى الفحم القديم، وحوالى ٥٥ ٪ فى الفحم الجديد. ويستخدم هذا النوع من الفحم عادة استخداما محليا حيث يمتز مصدر طاقة منخفض القيمة.

من أنواع الفحم الطبيعي أيضا ما يسمى بالفحم القارى (Bituminous Coal) وهو نتاج تكوين بقايا النباتات فى طبقات لعمق ولفترات زمنية أطول. وتقل نسبة رطوبته عن ١٠ ٪. يتولد عن احتراقه طاقة حرارية تساوى أو تزيد عن ٣٤٠٠ كجول / كجرام.

يستعمل الفحم كمصدر للطاقة فى كثير من الصناعات، وفى محطات القوى التى تولد الكهرباء. ويلقى الفحم كثير من المنافسة من بعض مصادر الطاقة الأخرى، خاصة من زيت البترول والغاز الطبيعي هو يلقى مثل هذه المنافسة حديثا من بعض مصادر الطاقة الأخرى مثل الطاقة النووية والطاقة الشمسية. ومع هذا ما زال الفحم من أهم مصادر الطاقة المستخدمة فى توليد الكهرباء. ويرى البعض أن حل مشكلة الفحم قد يكون فى تحويله إلى وقود غازى أو وقود سائل بطريقة أو بأخرى. حتى يستطيع أن يصمد لمنافسة الغاز الطبيعي وزيت البترول.

أولاً، تحويل الفحم إلى وقود غازى

تعتبر طرق تحويل الفحم إلى وقود غازى متعلد الأغراض من أهم طرق تحويل الفحم إلى صور أخرى يسهل استعمالها كمصدر للطاقة. وهناك طريقتين لتحويل الفحم إلى وقود غازى:

١- الغاز المنتج Producer Gas

يتكون الغاز المنتج عند إمرار تيار من الهواء المحمل بقدر صغير من بخار الماء فوق الفحم المسخن للدرجة حرارة عالية. ويحتوى الغاز المنتج على نحو ٥٠ ٪ من وزنه من غاز النروجين، كما يحتوى على كل من غازى الهيدرو جين وأول أكسيد

الكربون. لذلك فإن القيمة الحرارية للغاز المنتج تكون منخفضة نسبياً نظراً لأن غاز النروجين لا يقبل الاشتعال. ويستعمل الغاز المنتج في بعض العمليات الصناعية.

ب- غاز الماء Water Gas

يعرف هذا الغاز أحياناً باسم (الغاز الأزرق) لأنه يشتعل بلهب أزرق. ويتكون غاز الماء عند إمرار تيار من بخار الماء المحمص، أي للسخن لدرجة تزيد عن 5٥٠° في خلال الفحم الساخن لدرجة حرارة عالية تزيد عن 1٢٠٠° م. ويتكون غاز الماء من خليط من غازي الهيدروجين وأول أكسيد الكربون وكليهما يقبل الاشتعال.



ولذلك فإن القيمة الحرارية لغاز الماء تزيد عن القيمة الحرارية للغاز المنتج بحوال الضعف ويحتوي غاز الماء على نسبة صغيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون.

ويتم إشراء هذا الغاز في بعض الأحيان بإضافة بعض أبخرة المقطرات الخفيفة للبترو، أو قليل من الغاز الطبيعي إليه، لرفع قيمته الحرارية. ويعرف هذا الخليط باسم غاز الماء الهيدروكربوني وهو يستعمل في بعض المدن الأوروبية في عمليات التدفئة والتسخين في المنازل. وقد يحول إلى كحول ميثيلي الذي يدخل في العديد من الصناعات الكيماوية.



ج- تغويز الفحم في باطن الأرض Under Ground Gasification

تتلخص هذه الطريقة في تحويل الفحم إلى غاز وهو في باطن الأرض دون الحاجة إلى استخراج بطرق التعدين المعروفة. وتوفر هذه الطريقة كثير من التكاليف، فهي تتخلص تماماً من تكاليف استخدام الفحم من باطن الأرض كما أنها توفر تكاليف نقله إلى مراكز التصنيع المختلفة.

وتتضمن هذه الطريقة حفر آبار مائلة تصل بين سطح الأرض وبين رواسب الفحم، ثم يشعل الفحم ويدفع الهواء في أنابيب إلى هذه الرواسب، ويعود مرة أخرى إلى سطح الأرض عن طريق أنابيب أخرى، حاملاً معه غازات الفحم التي تدفع

بعد ذلك لاستخدامها في إدارة الآلات. وتعتبر هذه الطريقة كثيرا في استقلال رواسب الفحم التي قد توجد عمق كبير، أو توجد هذه الرواسب تحت صخور صلبة، أو يكون حجمها غير اقتصادي أو من النوع متوسط الجودة، فتكون تكاليف استخراجها من باطن الأرض أكثر بكثير من قيمتها الاقتصادية.

ثانياً: تحويل الفحم إلى وقود سائل،

وتتضمن هذه الطريقة خلط مسحوق الفحم ببعض الزيوت الثقيلة، ثم يضاف إلى هذا الخليط حافز مثل أملاح القصدير ويمرر فيه تيار من غاز الهيدروجين تحت ضغط معلوم وعند درجة حرارة 450°C ، وينتج من هذا العمل سائل ثقيل يتم تجزيته إلى عدة مقطرات ومنها الجازولين وزيت الوقود وينتج من هذه الطريقة كذلك بعض الغازات الهيدروكربونية وبعض المواد العضوية الأخرى مثل البنزين والأيثلين والنفتالين، وهي تعتبر مواد أولية وتدخل في تحضير كثير من الأدوية والأصبغ وما إلى ذلك.

٢- البترول الخام : (Petroleum (Crude oil

يعتبر زيت البترول من أهم مصادر الطاقة في هذا العصر، بل هو يعتبر بحق من مقومات حضارتنا الحديثة، ولهذا يطلق عليه أحيانا اسم (الذهب الأسود) تشبيها له بالذهب في قيمته وأهميته. ولا تعرف على وجه التحديد الطريقة التي تكون بها زيت البترول في باطن الأرض، ولكن هناك عدة نظريات تتناول الطريقة التي نشأ بها ذلك السائل الهام. والنظرية السائدة، والتي تلقى قبولا لدى كافة العلماء، هي تلك النظرية التي تفترض أن زيت البترول قد نشأ نتيجة لتحلل البقايا النباتية والحيوانية تحت ظروف قاسية من الضغط والحرارة. ويوجد البترول تحت سطح الأرض في طبقات الصخور المسامية مثل الصخور الجيرية أو الحجر الرملي، وعندما تحيط الصخور الصلابة غير المسامية بهذه الطبقات، يمنع تسريب الزيت فيها

ويتكون ما يعرف الكمن، ويبقى الزيت مخزوناً فيه حتى يتم الوصول إليه بحفر الآبار. وعادة ما يجتمع في هذه الكامن كل من زيت البترول والماء الملح والغاز الطبيعي، ويتكون فيها جميعاً طبقات ثلاث. أما الغاز الطبيعي يكون في الطبقة العليا، على حين يجتمع الماء في طبقة سفلى، ويقع زيت البترول بينهما في الطبقة الوسطى. وعند حرق بئر للوصول إلى كمن زيت البترول في باطن الأرض فإن ضغط الغاز الموجود بالكمن وضغط الغاز الذائب في الزيت، يلحق الزيت من فوهة البئر بعنف شديد على هيئة نافورة قد يصل ارتفاعها إلى عشرات الأمتار فوق سطح الأرض.

النفط الخام عبارة زيت البترول سائل أسود وكثيف سريع الاشتعال، وهو يتكون من خليط من المركبات العضوية التي تتكون أساساً من عنصرى الكربون والهيدروجين وتعرف باسم الهيدروكربونات. وتبلغ نسبة الهيدروكربونات في بعض أنواع البترول نحو ٥٠% من تركيبه الكلى، وقد تصل في بعض الأنواع الأخرى إلى ٩٨%، ويحتوى زيت البترول كذلك على بعض المواد العضوية الأخرى التي تحتوى جزيئاتها على الأكسجين والنروجين والفسفور والكبريت.

اكتشف وجود البترول لأول مرة في ولاية بنسلفانيا بأمريكا عام ١٨٦٩، وتختلف خصائص البترول الخام من منطقة إلى أخرى ويتبع أى نوع عادة واحد من ثلاثة أقسام هي - بترول خام له أساس إسفلت (Asphalt - base crudes) أو بترول خام له أساس بارافين (Paraffin - base crudes) أو بترول خام له أساس مختلط (Mixed - base crudes). الأول ثقيل له لون قاتم والمنتج النهائي له في نهاية التكسير الإسفلت كما أنه ينتج كميات بسيطة من المنتجات البترولية الخفيفة كالجازولين والكروسين وينتج كميات كبيرة من الزيوت الثقيلة المستخدمة في التشحيم والتزييت. والنوع الثاني أخف في الوزن واللون والمنتج النهائي له يستخدم في إنتاج شمع البارافين وإنتاجه من المنتجات الخفيفة أكثر ومن

الثقيلة اقل. أما النوع الثالث المختلط فننتجة النهائي يحتوى على أسفلات وبارافين. عن مزيج من مركبات هيدروكربونية مختلفة تتفاوت في أوزانها النوعية ودرجات غليانها .

والبتزول الخام عبارة عن خليط من مركبات هيدروكربونية عديدة تحتوى تقريباً على 84 ٪ بالوزن كربون، ١٥ ٪ هيدروجين وحوالي ١ ٪ نيتروجين والأكسجين وكبريت. وقد تزداد نسبة الكبريت أو تقل من مكان لآخر. فيقال بتزول منخفض الكبريت عندما تكون نسبة الكبريت مساوية أو تقل عن ٠.٠ ٪ بالوزن. ويقال بتزول كبريتى عندما تقع نسبة الكبريت بين ٠.٠، ١.٠ ٪ ويقال مرتفع الكبريت عندما تزداد نسبة الكبريت عن ١.٠ ٪. تتراوح كثافة البتزول الخام النسبية بين ٠.٧٥١، ١.٠. تتراوح الكثافة النسبية للبتزول الخام بين ٠.٧٥١، ١.٠٠ كما ان الطاقة الحرارية المتولدة منه تصل الى ٤٦٥٠٠ كجول / كجم.

والطريقة المستخدمة حالياً فى كل حقول البتزول هى طريقة الحفر الدائرى ويتم إقامة منصة حول منطقة الحفر، يركب عليها برج خاض يستخدم فى عملية الحفر وفى إنزال الأنابيب فى جوف البئر. ويعتبر عملية نقل البتزول من أهم خطوات صناعة البتزول. وقد كان البتزول ينقل فيما مضى بواسطة الناقلات التى تحمل البراميل. أو عن طريق السكك الحديدية خاصة عندما تكون حقل البتزول ومعمل تكريره متقاربة. والآن يتم نقل البتزول تحت سطح الأرض لمسافات طويلة بواسطة خطوط أنابيب خاصة ويتم نقله بين القارات عن طريق البحر بواسطة السفن خاصة تعرف باسم ناقلات البتزول.

وتنقسم العمليات الأساسية التى تجرى فى معمل التكرير إلى قسمين رئيسيين، القسم الأول يتضمن عمليات التقطير والتجزئة، والقسم الثانى يشتمل على عمليات التكسير لتحويل المقطرات الثقيلة إلى مقطرات خفيفة. وتتم

عملية التقطير التجزيئي للزيت الخام إلى بداية خط التكوير، وتخرج المقطرات المطلوبة من نهايته بشكل مستمر، ويمكن تكرير آلاف الأطنان من الزيت الخام في اليوم..

ويسخن الزيت الخام المراد تقطيره بإمراره في أنابيب حلزونية داخل أفران خاصة فترتفع درجة حرارته إلى 400-500 م ثم يدفع هذا الزيت الساخن الذي يكون في هذه الحالة على هيئة خليط من السائل والبخار، إلى الجزء الأسفل من برج التجزئة، فتتطاير الأجزاء الخفيفة إلى قمة البرج وتتجمع الأجزاء الثقيلة في قاع البرج، وبرج التجزئة عبارة عن أسطوانة طويلة من المعدن تقف في وضع رأسي وقد يبلغ ارتفاعه نحو ثلاثين متراً. ويحتوي هذا البرج على عديد من الرفوف على فتحات خاصة مصممة بطريقة تسمح بمرور لبخرة المواد المتطايرة خلالها لتصعد إلى الرفوف العليا، بينما تتجمع السوائل المتكثفة على سطوحها وتعود إلى الرفوف السفلى.

وعلى هذا الأساس، فإن لبخرة الزيت الخام تدخل في الجزء الأسفل من برج التجزئة، تنقسم إلى عدة أجزاء، فالهيدروكربونات ذات السلاسل القصيرة والتي تكون درجة غليانها منخفضة، تكون هي الأكثر تطايراً، وتمر على هيئة بخار مساعد إلى قمة برج التجزئة، على حين تتكثف لبخرة السوائل الهيدروكربونية الأقل تطايراً، وتتجمع على الرفوف في منتصف البرج، بينما تتجمع السوائل ذات درجات الغليان المرتفعة من قاعدة البرج.

ويتضح من ذلك أن قمة برج التجزئة هي أبرد مكان فيه، وتخرج منها لبخرة المقطرات الخفيفة (المتطايرة) التي لم تتكثف داخل البرج، وبعد أن يتم تبريد هذه البخرة في مكثفات خاصة، وتصل منها الغازات، تتحول إلى سائل الجازولين .

ويجمع الكيروسين من المنطقة التي تقع أسفل قمة البرج، ثم تجمع زيوت الوقود من المنطقة الوسطى، وتجمع الزيوت الثقيلة في الجزء الأسفل من البرج، ويتم تقطير هذه الزيوت الثقيلة فيما بعد تحت ضغط مخفض حتى لا تتفحم بالحرارة، وتفصل منها الزيوت التشحيم منها زيوت التشحيم وشمع اليراقين. أما المخلفات الثقيلة التي تبقى في قاع البرج، فيتم سحبها وتعامل معاملة خاصة وينتج منها الأسفلت والبتيومين والكوك. وبالرغم من اختلاف تركيب زيوت البترول المستخرجة من مناطق مختلفة، إلا أن جميع هذه الزيوت الخام تخضع لعملية تكرير وتجزئة مماثلة، وتفصل إلى قطرات أو أجزاء تستخدم في مختلف الأغراض. وفيما يلي بعض النواتج الرئيسية التي يمكن الحصول عليها في أغلب عمليات تكرير البترول.

- الجازولين: الجازولين هو الاسم المستعمل حالياً لبتزين السيارات، وهو يعتبر من أهم نواتج تقطير زيت البترول، فهو يستعمل وقوداً في محركات الاحتراق الداخلي ويزداد الطلب عليه في كل مكان نظراً لانتشار استخدام السيارات في عمليات النقل وفي المواصلات. ويمثل الجازولين نحو 40-45% من زيت البترول وهو ينتج إما بالتقطير المباشر للبترول الخام إما عن طريق بعض العمليات الأخرى غير المباشرة مثل عمليات التكسير والبلمرة وغيرها.

ويتكون الجازولين من خليط من عدة هيلروكربونات، تتكون جزئياتها من سلاسل قصيرة من الكربون، ويراوح عدد ذرات الكربون في كل سلسلة من خمس ذرات إلى تسع أو عشر ذرات. ويستهلك 90% من الجازولين المنتج على المستوى العالي، في إدارة محركات السيارات والشاحنات والجرارات بينما يستهلك القدر الباقى وهو لا يزيد على 10% في إدارة محركات الطائرات وغيرها من الآلات.

- الكيروسين: يمثل الكيروسين القطبة التالية تفصل بعد الجازولين في عملية التقطير التجزئى. وحتى عام 1909، كان الكيروسين يمثل نحو 22% من مجموع مقطرات البترول، وكان يستخدم في عمليات الإضاءة قبل استخدام الكهرباء، ثم تناقصت الكميات المستخدمة منه تدريجاً حتى وصلت اليوم إلى نحو 2% فقط وأصبح

يستخدم في بعض المجالات الضيقة مثل عمليات التسخين أو الطهي في المنازل في بعض الدول، كما استعمل وقودا في الطائرات النفاثة.

- زيت الديزل، يطلق هذا الاسم على بعض المقطرات التي تزيد درجة غليانها قليلا على الكيروسين، وتستخدم هذه المقطرات في إدارة محركات الديزل المستخدمة في الشاحنات وفي السفن وفي القاطرات، وكذلك في بعض محطلات الكهرباء. وقد ازداد الطلب على زيت الديزل، وتبلغ الكميات المنتجة حاليا مكن زيت الديزل مئات الملايين من البراميل كل عام.

- زيت الوقود الثقيل، يستخدم هذا الزيت في عمليات التسخين وفي الأفران وفي بعض الصناعات وهو يعتبر أحد الهامه لصناعة البترول.

- زيت الوقود الثقيل، يعرف أحيانا باسم المازوت، وهو زيت ثقيل يستعمل في عمليات التسخين وفي الأفران في بعض الصناعات، كما يستخدم كوقود لمرحل بعض السفن وكثافته ٠,٨٨ - ٠,٩٥ جم/سم^٣ ويعتبر زيت الوقود من أرخص منتجات البترول، بالإضافة لأنواع الوقود السابق فهناك بعض منتجات البترول منها:

- زيوت التشحيم: تمثل هذه الزيت نسبة نسبة صغيرة من منتجات البترول، وتتصف هذه الزيوت بقدرتها العالية على الاحتمال، ومقاومتها لتأكسد، وهي تستعمل في تشحيم الأجزاء المتحركة في الآلات. وهذه الزيوت متعددة الأنواع، فمنها ما يستخدم في تشحيم آلات. ومنها أنواع خاصة تستخدم في تشحيم الآلات المستعملة في صنع المواد الغذائية إلى غير ذلك من الأنواع، ولكل نوع من هذه الأنواع مواصفاته الخاصة.

- الشحوم: تختلف هذه المواد عن زيوت التشحيم، فهي مواد شبه جامدة في درجات الحرارة العادية. وتستخدم هذه الشحوم في تشحيم المحاور، وأجزاء الآلات التي تدور بسرعة كبيرة وتعرض كبيرة لدرجات حرارة عالية، والتي لا تصلح لها زيوت التشحيم وذلك لأن الشحوم تتصف بثباتها الكيميائي ومقاومتها لظروف التشغيل القاسية.

- الشموع: يعرف نوع الشمع الذى ينتج البترول بشمع اليرافين، وهى تفصل عادة من زيوت التشحيم بتريدها إلى درجة حرارة منخفضة وترك فترة حتى يتجمد ما بها من شمع. وتستعمل هذه الشموع فى كثير من الأغراض، فقد تستخدم فى صنع بعض قوالب الصب أو فى صنع الورنيش، أو لإنتاج شموع الإضاءة، كما تستعمل أيضا فى صنع أنواع من الورق الصامد للماء الذى يستخدم فى تعبئة اللبن وهى تغليف الغبىز إلى غير ذلك من الأغراض.

- الأسفلت: الأسفلت هو عبارة عن الجزء الثقيل الذى يختلف من عمليات تقطير البترول الخام، وهو يستخدم أساسا فى رصف الطرق وفى عزل الأسقف والجدران عن مصادر الرطوبة.

- كوك البترول: ويستخدم كوك البترول كمصدر للحرارة فى عمليات التسخين فى الصناعة كما يستخدم عامل اختزال فى بعض الصناعات الفلزية، وفى صنع كربيد الكالسيوم الذى يحضر منه غاز الأسثيلين، وفى غير ذلك من الأغراض.

- السناج: السناج عبارة عن دقائق متناهية فى الصغر من الكربون، وهو يحضر بحرق بعض غازات البترول حرقا غير كامل، أى فى وجود قدر غير كاف من الأكسجين كما يحضر جزء كبير من هذا السناج من عملة التكسير. ويستخدم فى صنع أحبار الطباعة وبعض أنواع الطلاء كما يستخدم فى صنع إطارات السيارات وهى بعض الأغراض الأخرى.

- الغازات:

يتساعد كثير من الغازات فى أثناء عمليات تكرير زيت البترول خاصة فى عمليات التكسير ويتنوع تركيب هذه الغازات، فهى قد تحتوى على الهيدروجين والميثان والبروبان والبيوتان وهى هيدروكربونات مشبعة، كما قد تحتوى كذلك على قدر كبير من بعض الغازات غير المشبعة مثل الإيثلين والبروبلين والبيوتلين. ويتم عادة فصل الغازات غير المشبعة من هذا الخليط، وهى تستخدم فى صنع أنواع متعددة من المواد الكيميائية التى تحتاجها الصناعات الكيميائية المختلفة. أما الغازات

الرافينية المشبعة مثل الروبان والبيوتان، فيتم أسالتها وتعبئتها لاستخدامها وقوداً في المنازل تحت اسم البروجاز والبيوتاجاز، كما يتم إضافتها أحياناً إلى غاز الفحم لزيادة قيمته الحرارية.

٢- الغاز الطبيعي Natural Gas

استخدام الإنسان الغازات كمصدر من مصادر الطاقة منذ زمن ليس بالقصير، خاصة تلك الغازات الناتجة من الفحم، مثل غاز الفحم وغاز الماء. وقد استخدم الإنسان الغاز الطبيعي وقوداً في السنوات الأخيرة، واعتمد عليه جزئياً في بعض عمليات التدفئة والتسخين، كما استعمله في بعض الصناعات وفي توليد الكهرباء. ويعتبر الغاز الطبيعي من أكثر أنواع الوقود استخداماً لسهولة نقله واستخدامه وارتفاع قيمته الحرارية.

لا توجد حالياً فكرة واضحة عن الكيفية التي نشأ بها هذا الغاز في باطن الأرض. ونظراً لوجود هذا الغاز في أغلب الأحوال مصاحباً لزيوت البترول، وقد أصبح من المعتقد أن الغاز الطبيعي يمثل مرحلة من المراحل التي مرت بها بقايا الكائنات الحية في أثناء تحويلها إلى زيت البترول بتأثير الضغط المرتفع والحرارة العالية في باطن الأرض.

ويستخرج الغاز الطبيعي من باطن الأرض بنفس طريقة الحفر المستخدمة في استخراج البترول. والغاز النقي لا لون له ولا رائحة، وهو يصلح للاستخدام وقوداً بطريقة مباشرة، أي يستعمل كما هو دون معالجة، وعادة ما تضاف إلى هذا الغاز إحدى المواد العضوية ذات الرائحة المميزة حتى ينتبه الناس لأي تسرب يحدث في خطوط الأنابيب التي تنقل هذا الغاز، وذلك كي يصبح استعمال هذا الغاز أكثر أماناً.

ويتكون الغاز الطبيعي أساساً من غاز الميثان الذى تبلغ نسبته فى الغاز الطبيعى حوالى ٩٢٪ بجانب بعض الهيدروكربونات الأخرى مثل الإيثان والبروتان والبيوتان وقد يفصل غازى البروتان والبيوتان من الغاز الطبيعى ويحفظان فى حالة سائلة فى أسطوانات من الصلب ويستخدم كوقود تحت اسم البوتاجاز.

ويستخدم الغاز الطبيعى اليوم كمصدر للطاقة فى كثير من الدول، وهو يشغل المرتبة الثالثة بعد زيت البترول والفحم. ويستعمل الغاز الطبيعى فى جمهورية مصر العربية فى بعض الصناعات كما فى مصنع سمارد اليوريا بأبى قير، كما يستعمل فى لغراض الطهى والتسخين بالنازل فى القاهرة الكبرى والإسكندرية والمحافظة الكبرى عن طريق شبكة من الأنابيب. ويستخدم الغاز الطبيعى أيضاً كوقود نظيف فى كثير من السيارات ووسائل النقل حالياً فى مصر.

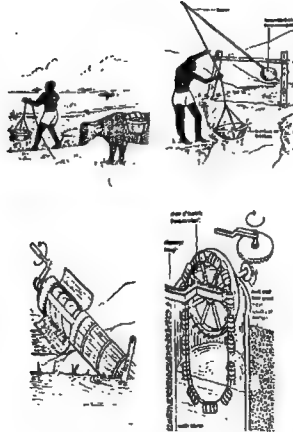
ثانياً : مصادر الطاقة المتجددة

Renewable Energy Resources

١- الطاقة من الإنسان Human Energy

يعتبر الإنسان من مصادر الطاقة المتجددة والحيوية لكثير من المجتمعات النامية وغير النامية، ويعتبر الإنسان آلات كيميائية أو محولات طاقة كيميائية حيث تحول الطاقة المستمدة من الغذاء كيميائياً إلى طاقة حرارية أو طاقة ميكانيكية. والمقصود بالقوى البشرية هى القوى العضلية للإنسان وتعتبر هذه القوى هى المصدر الرئيسى لمصادر القوى فى الزراعة فى البلاد النامية، وهى أقل أنواع القوى الزراعية كفاءة وأكثرها تكلفة. وقدرة الإنسان التى يمكن أن يبذلها فى أداء عمل مستمر محدودة وبسيطة حيث تقدر بحوالى ٠,١ حصان (٠,٠٨ كيلووات) بمتوسط ١٠ ساعات عمل يومياً، أى أن الإنسان المتوسط الذى يعمل ١٠ ساعات يومياً، ٦

لإتمام أسبوعياً يتيح ما يعادل ٢٤٠ كيلووات. ساعة في العام. وتعتمد هذه القوى على الظروف الجوية المحيطة وكذلك على طبيعة الغذاء، كما أن سرعته في أداء العمل بسيطة ويتطلب وقتاً للراحة والغذاء. ويمكن للإنسان استخدام قوته مباشرة في الجر والدفع والرفع والكبس والحمل والنثر كما يمكنه استخدام قوته بطريقة غير مباشرة وذلك عن طريق استخدام المعدات اليدوية التي تساعد في مضاعفة قوته، ويجب أن تستغل القدرة البشرية في العمليات التي يستفاد فيها من مقبرة الإنسان على التمييز والتفكير مثل ضبط الأجهزة والآلات أثناء تشغيلها.



نماذج استخدام القدرة البشرية في الزراعة

٢- الطاقة من الحيوان Animal Energy

كانت الحيوانات المصادر الأساسية للقوة المستخدمة في العمليات الزراعية حتى ظهرت الطفرة في مجال الميكنة الزراعية مع بداية القرن العشرين، واستعمال الحيوانات مثل الثيران والبقر والجاموس والبقال والخيول كمصادر للقوى الزراعية لا يزال موجوداً حتى وقتنا هذا في عدد كبير من الدول إلا أن انتشار الجرارات الزراعية والحركات الحراية والوتورات الكهربائية في الوقت الحاضر قد حد من مجال استعمالها.

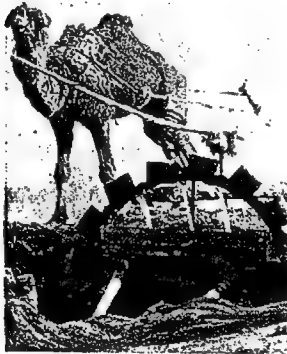
وتعتمد كمية الطاقة التي يمكن الحصول عليها من الحيوان على وزنه ومدى تحمله لإستمرارية العمل، والحيوانات بصفة عامة غير مناسبة للعمليات الثابتة وتستخدم الحيوانات بكثرة خاصة في البلاد النامية في عمليات النقل، كما تستخدم لإدارة روائح المياه ومطاحن طعن الحبوب.

وتقوى الحيوانات على شد أحمال أضعاف أكثر من الأحمال التي يمكن حمله وتقدر القدرة المتوسطة للحيوان التي يستطيع بذلها بصفة مستمرة بحوال ٠,٨ حصان ميكانيكي (٠,٦ كيلووات)، وتعتبر هذه القدرة أكثر كثيراً من القدرة العضلية للإنسان إلا أنها تعتبر ضئيلة جداً عند مقارنتها بقدرة الحركات الحراية، هذا علاوة على أن الحيوان لا يستطيع العمل في جميع الظروف الجوية وجميع الأوقات ويحتاج إلى وقت للراحة والغذاء وكذلك الرعاية البيطرية هذا بالإضافة إلى راحة أثناء فترة الحمل والرضاعة، كما أن سرعة تشييل الحيوان محدودة ومنخفضة نسبياً ولا تزيد عن ٤ كم/ساعة. وتعتمد القدرة المتاحة من الحيوانات على نوع الحيوان، التغذية، وطريقة الشبك. تعتمد كمية الطاقة التي يمكن الحصول عليها من الحيوان

على وزنه واستمراريته العمل فقد اظهرت بعض الدراسات في جامعة ولاية ايووا الآتي:

- يمكن للحصان ان يبذل قوة شد تعادل ٦١٠ الى ١٢,٥ ٪ من وزنه لمسافة ٢٥ كيلو متر / يوم دون إرهاق.
- يمكن للحصان الذي يصل وزنه ٦٨٠ الى ٨٦٠ كيلو جرام ان يجر حمل بما يعادل ١٠٠ حصان ميكانيكي لفترات تصل الى اليوم.
- يمكن للحصان انجاز شد أقصى يصل الى ٦٠ الى ١٠٠ ٪ من وزنه الحقيقي لفترة ثوان ولساعة قصيرة (١٠ متر) . يعني هذا ان الحصان يمكنه ان يمشي حوالى ١٠ حصان ميكانيكي لفترة صغيرة جدا.

الحيوانات بوجه عام غير مناسبة للعمليات الثابتة. وتستخدم الحيوانات بكثرة خاصة في البلاد النامية في عمليات النقل، كما تستخدم لإدارة روافع المياه ومطاحن طحن القلال.



نموذج لاستخدام القنرة الحيوانية في الزراعة

٢- الطاقة الشمسية Solar Energy

من أهم مميزات الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة أنها غير ملوثة للبيئة كما أنه من أكثر عيوبها عدم استمرارية المصدر المباشر حيث لا يمكن استخدامها مباشرة في فترة الليل كما تعتمد قوة المصدر على الظروف الجوية التي يصعب التحكم فيها (وجود سحب - أتربة - إلخ) لذلك فالبحث في تخزين هذه الطاقة من أهم موضوعات استخدام الطاقة الشمسية كمصدر ثابت للطاقة.

منذ وجد الإنسان أدراك أهمية الطاقة الشمسية بالنسبة للنمو الجسدى وبالإضافة إلى استخدامها في حياتها اليومية، والحديث عن الطاقة الشمسية يقودنا إلى تحديد (الحزام النافذ) الذى فيه تتوافر كميات ضخمة من الطاقة، ويتراوح عند ساعات سطوع الشمس سنوياً بين ٢٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ ساعة في هذه المنطقة التى تقع بين خطى عرض ٤٠ شمالاً وجنوباً ويتراوح متوسط الإشعاع الشمسى بين ٥ إلى ٦,٤ كيلووات. ساعة لكل متر مربع يومياً، في هذا الحزام تقع معظم الدول النامية، وقد أوضحت الدراسات أن كمية الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض المصرية ٦,٥ كيلووات. ساعة / متر^٢ / يوم، وأن عدد ساعات السطوع الشمسية تبلغ ٣٣٠٠ ساعة، وهذا يعتبر أعلى المعدلات في العالم. ويجب استغلاله في مجالات الحياة المختلفة. وفيما يلي صور الطاقة الشمسية.

نظم تحويل الطاقة الشمسية لاستخدامها في مجال الزراعة

• التمثيل الضوئي للنبات، Photosynthesis

تمتص أنسجة النبات الخضراء الجزء المرئي من الطاقة الشمسية لاستخدامها في اختزال ثاني أكسيد الكربون بالجو المحيط وتكوين كربوهيدرات بمساعدة بخار الماء

الجوى. اى ان النبات يقوم بتحويل الطاقة الشمسية الى مخزون من الطاقة الكيميائية فى صورة غذاء يعتمد عليه كل من الانسان والحيوان ويحوّله كيميائيا الى طاقة مخزنة فى جسم الانسان والحيوان والذى يحولها الى طاقة حرارية يحافظ بها على درجة حرارة جسمه وطاقة ميكانيكية داخلية لتشغيل اعضاء الجسم وطاقة ميكانيكية خارجية لانشطة حياته اليومية الحركية. اى ان النبات والانسان او النبات والحيوان يكونان محول كيميائي طبيعي للطاقة الشمسية الى طاقة حرارية وميكانيكية. الا ان كفاءة هذا النظام فى التحويل منخفضة جدا. فكفاءة استخدام النبات للطاقة الشمسية وتحويلها الى مادة غذائية تصل فى النبات الناضج الى حوالي ١ ٪ والنبات بوجه عام حوالي ٥ ٪. وذلك بالإضافة الى ان كفاءة الانسان او الحيوان فى تحويل الغذاء الى طاقة ميكانيكية منخفضة جدا. فقد تصل كفاءة النظام ككل الى اقل من ٠,٠٥ ٪.

• الطاقة الحرارية ، Heat Energy

تستخدم الشمس مباشرة كمصدر للطاقة الحرارية لأغراض عديدة فى مجال الزراعة. تستخدم فى عمليات تسخين الهواء والماء داخل المنازل وحظائر المشية والدواجن وتستخدم فى دورات التبريد بالامتصاص وتستخدم فى تسخين وسط الزراعة المحمية كالصوب الزجاجية والبلاستيكية. تستخدم فى تسخين الهواء لعمليات تجفيف المحاصيل وتستخدم فى تسخين الماء اللازم فى عمليات تصنيع غذائي عديدة. كما تستخدم فى تحلية مياه البحر لاستخدامها فى الشرب ولأغراض أخرى.

(١) استغلال الطاقة الشمسية فى تسخين المياه:

تسخين المياه لأغراض التنظيف والغسيل باستغلال الشمس مباشرة عن طريق المجمعات الشمسية والرايا العاكسة دون تحويلها الى أى شكل آخر من

اشكال الطاقات. وهذا النوع يمكن استخدامه لأغراض التسخين المنزلى والتجارى وهو أرخص وانظف انواع الطاقة على الإطلاق.

(ب) استخدام الطاقة الشمسية فى التبريد (التبريد الشمسى):

يعتبر التبريد الشمسى من أحسن الاستخدامات للطاقة الشمسية فى المناطق النائية والحارة فمع توفر مصادر الطاقة المتجددة فإنه يمكن أن تعمل دورات التبريد المستخدمة حالياً وهى دورة التبريد بالضغط البخارى أو دورة التبريد بالامتصاص وكلا الطريقتين مستخدمتين فى التبريد الشمسى فى الوقت الحالى. ومن أهم استخدامات التبريد الشمسى هو تبريد مخازن تخزين الخضروات والفاكهة حيث يمكن إقامتها فى منطقة إنتاج هذه الخضروات ولا يتطلب الأمر سوى إقامة النلاجة التى يعمل بدورة الامتصاص بالطاقة الشمسية كما أن درجة الحرارة اللازمة للتخزين تتراوح بين 5 إلى 8 درجة مئوية.

(ج) تجفيف المنتجات الزراعية:

تستخدم أجهزة التجفيف الشمسى لضبط عملية التجفيف للمنتجات الزراعية أم بواسطة سطح شفاف على سطح الأرض المجفف يشبه الصوب الزراعية أو يسحب الهواء فى سخان شمسى حتى ينفخ إلى غرفة التجفيف تيار الهواء المسخن حيث يكون المنتج الزراعى موزعاً داخلها.

أولاً: التجفيف الطبعى بواسطة الطاقة الشمسية.

هذا النوع من المجففات يتكون من خزان للحبوب محاط من جوانبه بمجمعات للطاقة بحيث يتم تجفيف الحبوب عند اندفاع الرياح لتمر على مجمعات الطاقة الشمسية لترفع درجة حرارة الهواء بضعة درجات مئوية مما يؤدى إلى زيادة قدرة الهواء على امتصاص الرطوبة من الحبوب.

ثانياً: التجفيف بواسطة هواء مدفوع مسخن بالطاقة الشمسية.

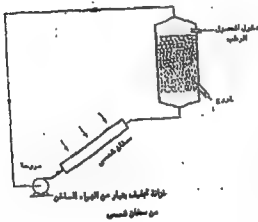
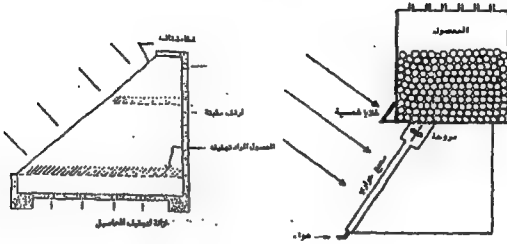
يتكون نظام التجفيف بهواء مسخن بالطاقة الشمسية من مراوح للرفع الهواء خلال مجمع للطاقة الشمسية من النوع المسطح لترتفع درجة حرارته ويمر على خزان الحبوب لا تتزاع الماء وتخفيض المحتوى الرطوبى للحبوب. وتتوقف درجة ارتفاع حرارة الهواء على معدل دفع الهواء فى جهاز امتصاص الأشعة الشمسية ومساحة وزاوية ميله وتوجيهه حيث أن الاتجاه الجنوبى أكفا من حيث امتصاص مجمع الطاقة الشمسية لأكثر قدر من الأشعة الشمسية الساقطة وكذلك على أبعاد خزان الحبوب ومساحة الأرضية وارتفاع الحبوب والمحتوى الرطوبى للحبوب الابتدائى والنهائى وكذلك على نوع الحبوب المراد تجفيفها.

(د) استخدام الطاقة الشمسية فى تحلية المياه:

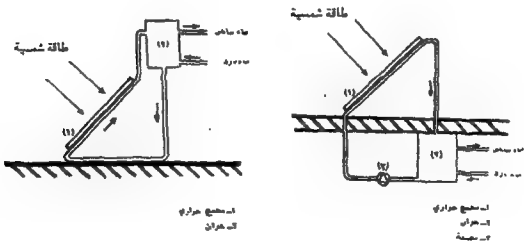
تعتمد فكرة استخدام الطاقة الشمسية لتحلية مياه البحر على صنع حوض للمياه المالحة يتعرض للأشعة الشمسية مغطى بسطح شفاف ويسمح بمرور أشعة ولا يسمح بخروج بخار الماء الناتج حيث تم تكييفه على سطح الزجاج الداخلى. وتتراوح إنتاجية المتر المربع ما بين ٢ إلى ٥ لتر من الماء العذب يومياً لذلك يحتاج هذا النوع من المقطرات الشمسية إلى مساحات شاسعة لإقامتها لتوفير القدر المناسب من المياه العذبة.

(هـ) استخدام الطاقة الشمسية فى الطهى (موقد الطهى):

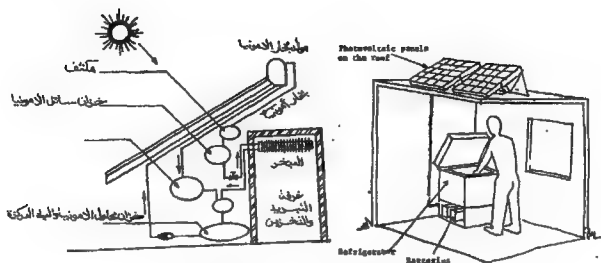
موقد الطهى الشمسى عبارة عن صندوق صغير معزول جيداً من الجوانب والقاع مزود بغطاء زجاجى شفاف ويوضع بداخله الإناء المراد طهوه الطعام فيه ويفضل أن يكون سطحه غير لامع أو من الزجاج ليساعد على امتصاص الحرارة وقد تصل درجة الحرارة إلى ١٠٠ درجة مئوية بداخل الموقد.



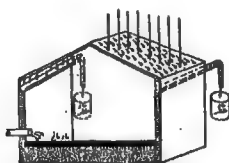
نماذج لاستخدام الطاقة الشمسية في تجفيف المحاصيل الزراعية



استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه



استخدام الطاقة الشمسية في التبريد



استخدام الطاقة الشمسية في تحلية الماء

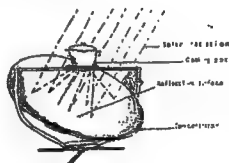
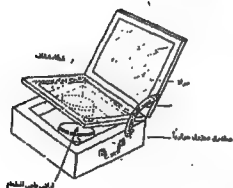


Figure 4. Reflection Type Solar Cooker

نماذج لاستخدام الطاقة الشمسية في الطهي

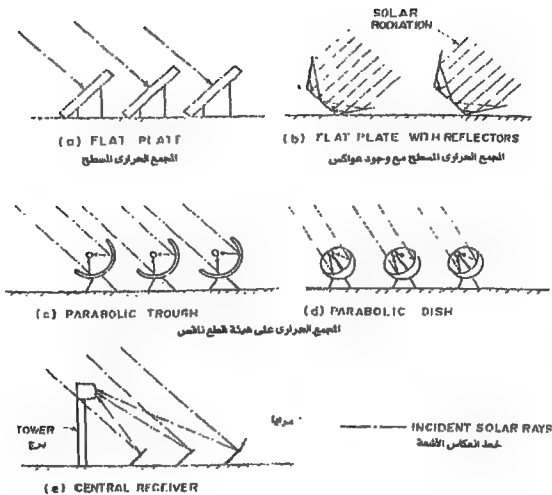
الطاقة الميكانيكية : Mechanical Energy

هناك العديد من التصميمات الخاصة بتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة ميكانيكية كل تصميم له مميزات وله محدوداته. يتكون نظام تحويل الطاقة اساسا من وحدتين رئيسيتين. الاولى وحدة تجميع الطاقة الشمسية وتحويلها الى طاقة حرارية بواسطة مجمعات شمسية Solar Collectors والثانية وحدة تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية.

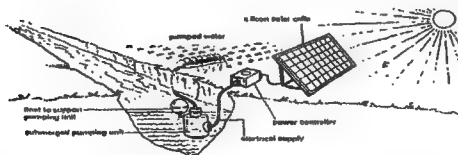
اما وحدة تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية فعادة ما تتكون من غلاية تستخدم مائع تشغيل مناسب وتربينه مناسبة تحول الضغط المرتفع بالمائع الى طاقة حركية دورانية يمكن بها احرارة مضخات رى او انجاز اى عمل ميكانيكي. وقد تحول الطاقة الميكانيكية المنتجة الى طاقة كهربائية بتوصيل التربينة بمولد كهربائي.

الطاقة الكهربائية : Electrical Energy •

تتخصص الطرق المختلفة لتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية فى قسمين. يشمل القسم الأول تحويل الطاقة الشمسية الحرارية الى طاقة ميكانيكية، كما تم شرحه، ثم تحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية باستخدام المولدات الكهربائية. يشمل القسم الثانى تحويل الطاقة الضوئية الشمسية مباشرة الى طاقة الكهربائية باستخدام ما يسمى بالخلايا الشمسية Solar Cells او الخلايا الضوئية Photovoltaic. تستطيع الخلية تحويل ما يصل اليها من الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الخلية الى تيار كهربائي مستمر بكفاءة لا تتعدى ٢٠٪. تشبه الخلية الشمسية الى حد كبير بطارية ذات فرق جهد صغير (حوالي ٠.٥ فولت). يستمر شحنها بمعدل يتناسب وشدة الإضاءة الساقطة عليها.



المجمعات الشمسية



استخدام خلايا شمسية لتشغيل مضخة الري

٥- طاقة الكتلة الحيوية Biomass

تعتبر المواد العضوية طاقة شمسية مخزنة حيث يعتمد نمو هذه المواد العضوية على التمثيل الضوئي. من أهم المواد العضوية التي تستخدم كمصدر للطاقة خشب الأشجار والذي يتكون من حوالى ٧٠٪ سليولوز ($C_6 H_{10} O_5$) والباقى لجنين ($C_{11} H_{22} O_p$) بوجه عام يحتوى الخشب على ٥٠٪ كربون و ٦,٧٥٪ هيدروجين، ٤٢,٩٪ أكسجين ونيتروجين. والقيمة الحرارية للمادة الجافة من الخشب حوالى ٨٤٢٠ كجول / كجمرام ولا تتأثر القيمة الحرارية بنوع الخشب القيمة الحرارية للخشب الجفف هوائيا (٢٥ الى ٢٠ ٪ محتوى رطوبى) حوالى ١١٢٠ كجول / كجمرام.

ومن المواد العضوية التي تستخدم كمصدر للطاقة فى بعض الاقطار المعاصيل النشوية والسكرية كالذرة وقصب السكر وغيرها والتي يستخلص منها الكحول لاستخدامه كوقود. تستخدم بقايا المعاصيل Crop Residues خاصة حطب القطن وعيدان الذرة وقش الارز فى امداد المزارع بالطاقة الحرارية اللازمة للتدفئة والطبخ. كما تستخدم اخراجات الحيوانات (dung) فى بعض البلاد بعد تجفيفها بالشمس كمصدر للطاقة الحرارية. كما يمكن استخدام فضلات الطعام ونفايات المصانع وخاصة الغذائية كمصدر للطاقة.

يحتوى المادة العضوية الجافة على قيمة حرارية بين ١٣٩٠٠، ١٦٢٠٠ كجول/كجم. هناك طرق عديدة للحصول على الطاقة من المادة العضوية، وتقيم عديد من الدول باجراء البحوث لامكان استخدام المواد العضوية كمصدر للطاقة، حيث ان استخدامها على هذا النحو يعتبر من افضل الطرق للتخلص من الفضلات العضوية. تعتبر الصين من اقدم واكثر البلاد خبرة فى انتاج الطاقة من الفضلات العضوية.

يتم تحويل المواد العضوية إلى طاقة إما باستخدامها مباشرة لإنتاج طاقة حرارية بحرقها، أو بتحويلها أولاً إلى وقود، ويتم تحويل الكتلة الحيوية Biomass إلى حرارة أو شغل ميكانيكي وذلك بحرق الكتلة الحيوية مباشرة لإنتاج حرارة ثم تحويل الحرارة إلى شغل ميكانيكي أو يمكن تحويل الكتلة الحيوية إلى وقود سائل أو غازي حيث يمكن تخزينه وحرقه بعد ذلك لإنتاج حرارة أو استخدامه كوقود في محركات الاحتراق الداخلي لإنتاج شغل ميكانيكي، ويمكن تحويل الكتلة الحيوية إلى وقود باستخدام عدة طرق:-

نظم تحويل المادة العضوية إلى طاقة:

Biomass Conversion Into Energy

يكون السيلولوز واللجنين الجزء الأكبر من المادة الجافة للمخلفات العضوية. كما تحتوي المخلفات العضوية على محتوى من الماء تتراوح نسبته بين ٢٠% كما في القش و ٩٠% كما في مخلفات الحيوان ومخلفات مصانع الغذاء. يحتوي السيلولوز على طاقة حرارية تقدر بحوالى ١٨٠٠ كيلو جول لكل كيلو جرام مادة جافة. يتم تحويل المواد العضوية إلى طاقة إما باستخدامها مباشرة لإنتاج طاقة حرارية بحرقها، أو تحويلها أولاً إلى وقود حيوي (biofuel) (صلب، غاز، سائل) ثم استخدام هذا الوقود في الآلة المناسبة. هناك اتجاهين أساسيين لتحويل المواد العضوية إلى طاقة أحدهما يشمل ما يسمى بعمليات التحويل الجافة dry processes والآخر يشمل ما يسمى بعمليات التحويل الرطبة Wet Processes.

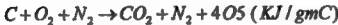
١- العمليات الجافة، Dry Processes

تتم هذه العمليات بتسخين المادة العضوية الجافة في وجود الهواء. يعتمد نوع وسرعة التفاعل على درجة الحرارة. عند تسخين المادة العضوية تبدأ في فقد الرطوبة عند درجات حرارة ٦٥س حيث يبدأ الماء الحرقى ترك المادة ثم يبدأ تحلل

المادة العضوية عند درجة حرارة ٢٥٠ م ويستمر التحلل ويزداد عند درجات حرارة أعلى ومن العمليات الجافة المستخدمة في تحويل المواد العضوية الى طاقة الاشتعال الكامل (Combustion) للمادة العضوية، التحلل الحراري (Pyrolysis) للمادة العضوية، التفريزة (Gasification) أي وتحويل المادة الى غازات قابلة للاشتعال

• الاشتعال: Combustion

من اكثر الطرق انتشارا للحصول على الطاقة في المناطق الريفية والغابات استخدام المادة العضوية كمصدر مباشر للحرارة بحرقها حرقا تاما. عملية الاحتراق الكامل عبارة عن عدة تفاعلات كيميائية متتالية تحت الظروف المناسبة من حيث توفر الهواء وملائمته للمواد المشتعلة وغالبا ما يكون الوقود في طبقات رقيقة حيث يتفاعل اكسجين الهواء مع الكربون المتوهج منتجا ثاني اكسيد الكربون واكبر طاقة حرارية ممكنة كما في المعادلة الاتية :



يتم ذلك عند درجات حرارة مرتفعة (١٠٩٢ م) كثيرا ما يستخدم الاشتعال الكامل مع الغلايات لإنتاج بخار يستخدم في توليد الطاقة الميكانيكية او يستخدم البخار لتوليد الكهرباء باستخدام تربينات ومولد كهرباء. تنتج المواد العضوية بالاشتعال الكامل بين ١٣٩٠٠، ٢٢٢٠٠ كجول / كجرام مادة جافة.

• التحلل الحراري: Pyrolysis

يبدأ التحلل الحراري عند ٢٥٠ م ويستمر بارتفاع درجة الحرارة وينتج عنه بقايا صلبة كالفحم النباتي (char coal) ويتكون أساسا من الكربون ويمثل ٤٢ % من نواتج التحلل وله قيمة حرارية بين ٢٥٠٠٠، ٣٣٠٠٠ كجول / كجم، ينتج عن التحلل الحراري كذلك سوائل القطران (tar) وزيت وقود مختلط بالماء تمثل حوالي ٣٠ % من نواتج التحلل ولها قيمة حرارية تقريبا ٤٢٠٠٠ كجول / كجم. ينتج عن

التحلل الحراري كذلك غازات تمثل النسبة الباقية (٢٨٪) وتتراوح القيمة الحرارية لها بين ١٧٥٠٠، ١٧٠٠٠ كجول/ متر مكعب. يستخدم التحلل الحراري تجارياً في تحويل خشب الشجر الى الفحم نباتي (charcoal) وعادة لا يستفاد بالغازات الناتجة او السوائل. ولذلك فان الاستفادة من استخدام الفحم النباتي لا تتعدى ٤٠ ٪ من القيمة الحرارية الأصلية للخشب.

• التفزية، Gasification

عملية التفزية هي تحويل الوقود الصلب من المادة العضوية الى وقود غاز يتفاعل الكربون في المادة الصلبة والأكسجين من الهواء المدفوع وبخار الماء من الوقود اساساً. تعتمد نواتج التفاعلات اساساً على درجة الحرارة. يتكون جهاز إنتاج الغاز ذو السحب السفلي (Downdraft) من وحدة تلقيم للغضات، وحدة تفزية (gasifier) ووحدة التخلص من النفايات الصلبة. وتتكون وحدة التفزية من قادوس وقود (fuel hopper) وصندوق حريق (Firebox) وجهاز اخراج النفايات الصلبة (Grate). ويعتبر صندوق الحريق منطقة التفاعلات الأساسية لإنتاج الغاز.

ب - العمليات الرطبة، Wet Processes

تستخدم العمليات الحيوية في هذا المجال لتحويل المواد العضوية المرتفعة الرطوبة الى وقود قابل للاستخدام. من هذه العمليات الحيوية عملية التخمر البكتيري Fermentation. تتطلب هذه العمليات وسط مائي كما انها تتم ببطء مقارنة بالطريقة الجافة. نتيجة لعمليات التخمر تتحول المواد العضوية الى وقود غاز او سائل. ومن أهم هذه العمليات عملية التخمر اللاهوائي Anaerobic fermentation والذي ينتج غاز

الميثان وعملية التخمر الكحولي Alcoholic fermentation والذي ينتج سائل الكحول.

• التخمر اللاهوائي Anaerobic fermentation

كنتيجة لهضم البكتيريا المباشر لبقايا المواد العضوية في بيئة مائية ينتج غاز قابل للاشتعال. ويمر الهضم اللاهوائي في ثلاث مراحل هي :

- ١) التحلل المائي الانزيمي للمادة العضوية enzymatic hydrolysis
- ٢) تكوين حامض عضوي بواسطة البكتيريا organic acid formation
- ٣ توليد غاز الميثان methane generation

أي أن إنتاج غاز الميثان بهذه الطريقة يحتاج إلى تعاميش بين البكتيريا المنتجة للحمض والبكتيريا المنتجة لغاز الميثان. يجب أن يكون التفاهلان متزامنين لذلك إذا حدث أي خلل في توازنهما فشلت عملية توليد الغاز، حيث أن البكتيريا كائنات حية فإن إنتاجها لغاز الميثان يعتمد على عاملين رئيسيين هما مكونات المادة العضوية ودرجة الحرارة. وحيث أن الكربون والنيتروجين هما أهم عنصريين في تغذية البكتيريا فإن مدى تناسب المادة العضوية لإنتاج الغاز يعتمد على نسبة الكربون إلى النيتروجين (C/N) في المادة والتي يجب أن تكون ٢٠ للإنتاج الأمثل. لذلك لا تستخدم مخلفات الحاصل مثل هذا التحويل حيث أن نسبة الكربون إلى النيتروجين أكبر بكثير من ٢٠ ومن حيث تأثير درجة الحرارة فهناك نوعين من البكتيريا المكونة للميثان الأول يسمى Mesophilic organisms ودرجة الحرارة المثلى لها ٢٥ م والنوع الآخر Thermophilic organisms ودرجة الحرارة المثلى لها ٥٥ م من النوع الأول أسهل في استعماله. ويقل معدل توليد الميثان بشدة بانخفاض درجة الحرارة عن الدرجة المثلى. وتؤثر كذلك درجة الحموضة على معدل الإنتاج حيث

وجد ان الدرجة المثلى للحموضة من ٦,٧ الى ٧,٦. يبين الجدول التالي التركيب الكيميائي للغاز الناتج (البيوجاز biogas).

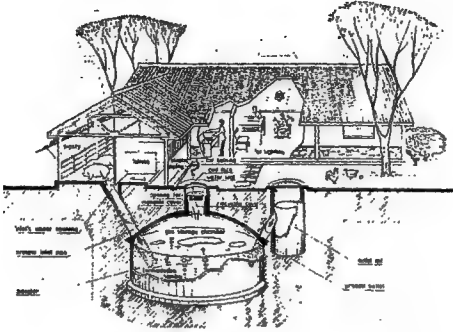
تركيب الغاز الناتج من مخلفات الزراعة

| النسبة | الغاز |
|--------|---------------------------|
| ٧٠.٥٥ | الميثان CH_4 |
| ٢٥.٢٠ | ثاني اكسيد الكربون CO_2 |
| ٠,٢ | نيتروجين N_2 |
| ٠,١ | هيدروجين H_2 |
| ٠,١ | اكسجين O_2 |
| Trace | كميئات الهيدروجين H_2S |

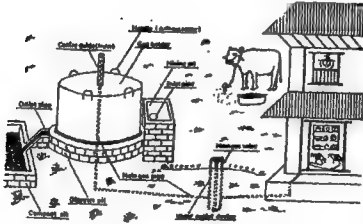
ولهذا الغاز الناتج قيمة حرارية حوالي ٢٢٠٠٠ كيلو جول / متر مكعب وبالمقارنة بالغاز الطبيعي الذي يحتوى ٤٠٠٠٠ كيلو جول/ متر مكعب. يمكن استخدام هذا الغاز في آلات الاحتراق الداخلي بعد تقليل نسبة ثاني اكسيد الكربون بها والتخلص من كميات الهيدروجين. عادة يستخدم في المحركات الثابتة. يتم إنتاج ٠,٢ متر مكعب لكل كيلو جرام مادة عضوية جافة ممتازا (بكفاءة ٢٠ - ٢٥ %)

• التخمير الكحولي : Alcoholic Fermentation

يمكن تحويل السكر الموجود في عديد من النباتات الى كحول بالتخمير. كذلك يمكن تحويل النشا الى كحول الايثانيل (ethy alcohol) بعد تحويل النشا الى سكر بواسطة الأنزيمات. جميع الكحولات النباتية (vegetal alcohol) في العالم تنتج من محاصيل غنية في السكر او النشا مثل قصب السكر، البنجر، العنب من محاصيل غنية في السكر او النشا مثل قصب السكر، البنجر، العنب البطاطس والذرة السكرية والولاس والكسافا.



النموذج الصيني لمخمر إنتاج البيوجاز من المخلفات



النموذج الهندي لمخمر إنتاج البيوجاز من المخلفات

اما البقايا العضوية فهي لا تحتوى على جزء كبير من السكر او النشا ولتخميرها يجب ان تتحول جزيئات اللجنين والسليولوز اولا الى سكر وذلك بالتحلل (hydrolysis) الجامضي او الانزيمي. التحلل الجامضي سواء مع التسخين او عدمه ينتج سكر الجلوكوز بمعدل ١ و ٢ سليولوز (اعلى كفاءة للتحويل ٢٤ ٪). التحلل الانزيمي يحول كل سليولوز المشتق من الطحالب (fungus) الى سكر. تتم العملية بعد ذلك بتخمير السكر الناتج وتقطير الكحول حتى لا تبقى الا مخلفات سائلة مكونة اساسا من اللجنين.

يعتبر كحول الايثانول وقود سائل جيد له قيمة حرارية 23.464×10^6 كجول / متر مكعب. يمكن استخدامه في محركات الاشتعال بالشرارة اميا منفردا او مخلوطا بالبنزين دون تغير كبير في القدرة الناتجة مع تعديل بسيط في نسبة الانضغاط.

حتى الآن يعتبر الكحول النباتي اكثر تكلفة من الكحول المنتج من البترول تعتبر البرازيل من اكثر البلاد التي تزرع محاصيل قصب السكر او الكسافا بفرض انتاج الكحول. حيث تنتج الآن ما يعادل او يزيد قليلا عن ٢٠٠٠٠٠ متر مكعب كحول نباتي سنويا ينتج قصب السكر الكحول بمعدل ٦٦ لتر كحول / طن قصب (٢٠٠٠ لتر / هكتار كما تنتج الكسافا ٨٠ لتر كحول / طن (٢٢٠٠ لتر / هكتار).

• الزيوت النباتية كوقود حيوى :

يتجه العلم حاليا الى التوسع في الزراعة نباتات تحتوى على كميات كبيرة من الزيوت مثل زيت النخيل، فول الصويا، الجير وفا، الهوهوبا، الطحالب. بتسخين هذه الزيوت تنخفض كثافتها ويمكن استخدامها في محركات الديزل. كما يمكن ان يتم معاملتها كيميائيا لإنتاج ما يسمى بالديزل الحيوي Bio diesel.

٥- طاقة الرياح Wind Energy

تعتبر الرياح طاقة شمسية غير مباشرة حيث انها اساسا نتيجة ارتفاع درجة حرارة الهواء عند منطقة الاستواء مما يسبب تمدد الهواء وانخفاضه الى طبقات الجو العليا واتجاهه الى القطبين. في نفس الوقت ينكمش هواء القطبين نتيجة انخفاض درجة الحرارة مما يؤدي الى نشوء تيارات باردة قريبة من سطح الارض تتجه من القطب الى خط الاستواء. كما تؤثر حركة الارض الدورانية على الرياح. يصل متوسط سرعة الرياح في العالم حوالى ٩ متر/ ث. يعادل ذلك نصف كيلوات لكل متر² من مساحة طاحونة هوائية عمودية على اتجاه الهواء. وتقدر طاقة الرياح الكلية حول العالم بحوالى 2×10^{10} كيلو وات. وتتأثر سرعة الرياح بطبيعة تضاريس الارض وبوجود مبانٍ وأشجار حيث تقلل من سرعة الرياح قرب سطح الارض.

تعتبر طاقة الرياح من الطاقات النظيفة التى لا تسبب تلوث البيئة المحيطة وهى جزء من الطاقة الشمسية الأم مصدر الطاقة على سطح الأرض، ولما كانت طاقة الرياح تعادل ١٪ من الطاقة الشمسية فإن الطاقة الكافية للرياح تعادل مائة مرة قدر استهلاك العالم اليومى من الطاقة التقليدية إلى أن الأمر ليس بالسهولة التى يتصورها البعض لكى يقول أنه بإمكاننا الحصول على كل متطلباتنا من الطاقة الرياح. فكثير من المصاعب تواجه هذا الأمر منها ما يختص بمصدر الطاقة نفسه وهو الرياح التى تتميز بعدم إستمراريتها واختلاف قيمتها من مكان إلى آخر مما يقيد أماكن استخدامها ومنها ما يختص بالتكنولوجيا المطلوبة للحصول على أقصى كفاءة ثم تأتى تكلفة الطاقة المولدة مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية المتاحة.

تتميز طاقة الرياح بأنها طاقة ميكانيكية ناتجة عن سرعة تحرك الهواء ولذلك فعند تحويلها إلى طاقة ميكانيكية يكون الفاقد معقولا بعكس تحويل الطاقة

الحرارية إلى طاقة ميكانيكية. تحظى طاقة الرياح بالنصيب الأكبر من اهتمام العالم ونجد أن أي منطقة زاد متوسط سرعة الرياح بالنصيب الأكبر من اهتمام العالم ونجد أن أي منطقة زاد متوسط سرعة الرياح في العام عن 5 متر / ثانية يمكن استغلال طاقة الرياح لديها.

ويحدد ارتفاع الطاحونة عن سطح الأرض سرعة الرياح المؤثرة عليها حيث تقل هذه السرعة بالاقتراب من سطح الأرض نتيجة عامل الاحتكاك وعادة ما يزيد ارتفاع برج الطاحونة عن عشرة أمتار لتلافي تأثير سطح الأرض على سرعة الرياح. كما تتأثر الرياح بما تصافه على سطح الأرض من وديان وتلال وأشجار ومباني ولذا فإن اختيار موقع التربينات من الأهمية بمكان للحصول على أقصى طاقة من الرياح.

والقدرة الناتجة من المراوح الهوائية تعتمد أساساً على حجم المروحة وسرعة الرياح وتوجد عوامل أخرى مثل نوع المروحة وتصميمها وارتفاع المبنى أو البرج الذي توضع في أعلاه المروحة وبتراوح هذا الارتفاع بين 4- 8 متراً ويلزم أن يكون عاليًا في الأماكن التي يحتمل أن تكون فيها سرعة الريح منخفضة وكذلك في حالة وجود عائق لسريان الرياح كالأشجار والمباني الأخرى. وعيوب المراوح الهوائية أنه تنتج قدرة صغيرة ومتقطعة ومجال استخدامها محدود حيث لا تستخدم إلا في المناطق التي تكثر بها الرياح. وفي الزراعة ويمكن استغلال طاقة الرياح في تشغيل مضخة الري وتوليد الكهرباء.

توجد أنواع متعددة من طواحين الهواء Wind Mills تستخدم في تحويل طاقة الرياح إلى طاقة ميكانيكية يمكن استخدامها في عمليات زراعية مختلفة

خاصة رفع الماء من الآبار للرّي. هناك دلائل على أن طواحين الهواء استخدمت منذ ٥٥٠٠ عام لضخ الماء للرّي ولطحن الحبوب.

تتكون طاحونة الهواء من الجزء الدوار rotor وأجهزة نقل الحركة التي تبدا بمحور الدوران ومجموعة القروس والبرج. وقد تقسم طواحين الهواء إلى أفقية المحور ورأسية المحور وذلك حسب اتجاه محور الدوران.

٦ - المساقط المائية ، (Hydropower) Water Falls

تمثل المساقط المائية طاقة حركية مستمرة تنشأ نتيجة سقوط الماء من نقطة مرتفعة إلى منسوب منخفض تحت تأثير الجاذبية الأرضية. وقد تكون هذه المساقط طبيعية كما في شلالات نياوا بكندا وقد تكون مائية أو صناعية على شكل سدود على مجارى الأنهار كما في السد العالي . تقدر الطاقة الناتجة عن المساقط المائية في العالم بحوالى 2.8×10^9 كيلو وات. وتعتبر المساقط المائية من مصادر الطاقة الهامة لإنتاج الطاقة الكهربائية.

٧ - طاقة الأرض الحرارية ، Geothermal Energy

تمثل الحرارة الطبيعية الكامنة في جوف الأرض مصدراً للطاقة في مناطق محدودة من العالم حيث توجد البراكين أو الينابيع الحارة والتي يمكن استخدام مياهها أو بخارها المتصاعد. وبالفعل تستخدم كل من الجبر وفرنسا وفنلندا وبريطانيا ونيكاراجوا هذا المصدر من الطاقة لتأمين جانب من الحرارة اللازمة للتدفئة.

٨ - حرارة المحيط وموج البحر ، Ocean Energy and Sea Waves

يعمل المحيط كمخزن كبير للطاقة الشمسية حيث يمتص حوالى ٧٥ ٪ من الطاقة الشمسية الساقطة عليه مما يؤدي إلى وجود تدرج في درجة حرارة الماء من السطح إلى الأعماق حيث تكون أعلى درجة قريبة من السطح وتنخفض مع زيادة العمق. يستخدم العلماء الفرق في درجات الحرارة بين السطح والأعماق كفرق جهد

حرارى يمكن تحويله الى فرق جهد كهربائى ونتاج الطاقة. واستخدام الطاقة على هذا النحو يكون فى المناطق الاستوائية وهناك بالفعل مشروعات لاستخدام طاقة المحيط الحرارية فى جزر هاواى ويطلق عليها (Ocean thermal Energy Conversions) وتختصر (OTEC). كما تستخدم حركة موج البحر الراسية الى اعلى وإلى أسفل كحركة ترددية كمصدر للطاقة الحركية التى يمكن تحويلها الى طاقة كهربائية.

٩- الطاقة النووية المتجددة

• المفاعل البلوك ، Breeder Reactor

يوجد عدد محدود من هذا النوع من المفاعلات على شكل نماذج فقط وتنتج من ٢٥٠ الى ٥٠٠ ميجا وات كهرباء. تعمل بكفاءة تصل الى ٤٠ ٪. هذا النوع من المفاعلات ينتج وقود ذرى اكثر مما يستهلك. يستخدم هذا للمفاعل نوعين من اليورانيوم احدهما قابل للانشطار بتصادم النيوترونات وهو نظير ٢٣٥. والآخر يورانيوم ٢٣٨ وهو غير قابل للانشطار بتصادم النيوترونات مع ذراته. ولكن هذا اليورانيوم له القدرة على جذب بعض النيوترونات الحرة الى نوياته يتحول هذا النظير بعد جذبها للنيترونات الى نظير قابل للانشطار بتصادم نوياته مع النيوترونات الحرة. وبذلك يستمر الانشطار والجذب مولداً بذلك طاقة ووقود متجدد.

• المفاعل الاندماحي، Fusion Reactor

من المفاعلات الجارية بحث استخدامها الآن هي للمفاعلات الاندماجية. ويعتمد هذا المفاعل على عملية اندماج ذرات الهيدروجين بسرعة كبيرة جداً وذلك بالتسخين الى درجات حرارة عالية جداً مما يسبب اقتراب نويات الذرات وانفصال الالكترونات مكوناً ما يسمى بالبلازما Plasma تقرب النويات العارية بعضها ببعض وتندمج عند درجات حرارة مرتفعة جداً مكونة نواة أكثر تعقيداً. ينتج عن هذا الاندماج

طاقة حرارية كبيرة جدا مقارنة بما ينتجه مفاعل الانشطار. عملية الاندماج
لواحد جرام هيدروجين تسبب انطلاق طاقة تعادل ١٥ مرة الطاقة التي تنطلق عن
انشطار واحد جرام يورانيوم. تصل درجة حرارة البلازما الى حوالي ٢٠٠ مليون ف.
الوقود الأساس لمفاعل الاندماج هو نظير الهيدروجين الذي يعرف باسم ديوتيريوم
(Deuterium) يقدر وجود هذا النظير في العالم بما يعادل 32×10^{12} طن في
المحيطات.

الفصل الثالث

وسائل نقل القدرة

Power Transmission Equipments

مُتَكَمِّلَات

تحتاج الآلات الزراعية الى قدرة بصورة مرغوبة (من حيث السرعة والقوة) لكي تعمل. وهذه القدرة تحصل عليها الآلات من مصدر خارجي. وقد يكون هذا المصدر هو الجرار الزراعي أو أي مصدر آخر مثل الكهرباء.. ونوع مصدر القدرة يتوقف على طبيعة عمل الآلة. وتحتاج عملية نقل القدرة من مصدر تولدها الى مكان استعمالها الى وسيلة نقل مناسبة، ويتوقف الاختيار المناسب لوسيلة النقل على عدة عوامل أهمها:

- ١- المسافة بين مصدر القدرة ومكان استعمالها.
- ٢- العلاقة بين صورة القدرة عند المصدر بالنسبة الى صورة القدرة عند مكان الاستعمال من حيث السرعة والقوة.
- ٣- أهمية المحافظة على نسبة بين سرعة الدوران.
- ٤- الظروف التي تعمل فيها وحدة النقل من حيث أمكانية الصيانة والإصلاح.
- ٥- بساطة التصميم وكفاءة النقل.
- ٦- العنصر الاقتصادي من حيث تكاليف الوحدة وتكاليف الصيانة.

أهم الوسائل الشائعة الاستعمال لنقل القدرة في الجرارات والآلات الزراعية هي:

١- النقل المباشر Direct Transmission

٢- النقل بالطارات والسيور pulleys and Belts

Gears

٢- التروس

4- الجنازير Chain Drives

٥- النقل الهيدروليكي (النقل باستخدام اللوائح)

أولاً: النقل المباشر Direct Transmission
تستخدم في حالة وجود مصدر القدرة ومكان استغلالها في مكان واحد ومحور عمود الثاني على امتداد محور عمود الأول ويستخدم وسيلة لربط العمودين ببعضهما. وتعرف هذا الوصلة بـ coupling وتتميز هذه الوصلة بسهولة الفك والتركيب وكما أنه لا تحتوي على أجزاء بارزة ، وتكون السرعة وعزم الدوران واحدة في الاثنين حيث لا يلزم تعديل بين سرعة دوران مصدر القدرة والآلة المستخدمة لتلك القدرة، كما أن اتجاه الحركة لا يتغير. والنقل المباشر يعتبر من أبسط طرق النقل وأقلها فقد للقدرة أثناء النقل. وتستعمل هذه الطريقة في إدارة طلمبات الري بواسطة محرك ديزل أو محرك كهربائي. وفي إدارة مولد كهربائي (دينامو) بواسطة محرك ديزل. يمكن أن يحدث النقل المباشر بعدة وسائل :
-عن طريق الاحتكاك بين مادتين وهي غير مرغوبة دائماً لما يتولد عنها من ارتفاع لدرجة الحرارة وحدوث تآكل.
-عن طريق الوصلات وهي أفضل دائماً حيث أنه لا يوجد فقد في القدرة .

ثانياً: نقل القدرة بالطارات وبالسور

Power Transmission By pulleys and Belts

تستخدم السور في نقل القدرة في صورة حركة دورانية من عمود لآخر يبعد عنه بمسافة كبيرة نسبياً. وتعتبر من أقدم الطرق وتستخدم عندما لا يلزم الآخر المحافظة على نسبة السرعة بين الأعمدة الفالدة والأعمدة المنقادة وتكون وحدة نقل القدرة بالطارات والسور من طارتين أحدهما مركبة على عمود مصدر القدرة والآخرى عمود الآلة. ولا تحدث السور أي أصوات أو ضوضاء مقارنة

بالبجائزير والرتوس. ويتم استخدام السيور في الأحوال التي تحتاج الى سرعات عالية.

وينتشر استخدام السيور في نقل القدرة لميزاتها الكثيره منها:

- ١- سير واحد يمكن استخدامه لأدارة أكثر من آلة أو أكثر من وحدة في الآلة
- ٢- اتجاه الدوران يمكن عكسه بسهولة.
- ٣- يمكن تغيير السرعة بسهولة وذلك بتغيير قطر الطارقة.
- ٤- يتم نقل الحركة بهدوء... لغلوه من الصدمات والارتجاجات
- ٥- لا يحتاج الى تزييت.
- ٦- له قدرة كبيرة على امتصاص الصدمات.
- ٧- في حالة قطع السير لا يحدث ضرر للأجزاء الأخرى من الآلة.
- ٨- إمكانية نقل الحركة الموزانية عبر مسافات كبيرة بين المحاور.
- ٩- حماية أجزاء الآلة عند زيادة تجاوز الأحمال المنقولة، حيث يحدث إنزلاق للسير على الطارقة.
- ١٠- بساطة التركيب والتجميع و متخفضة التكاليف.

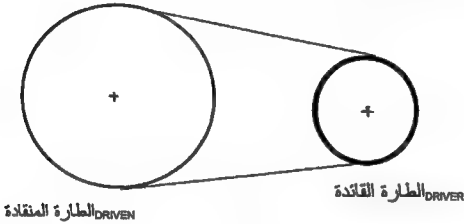
اما عيوب نقل الحركة بالسيور

- ١- الحجم الكبير.
- ٢- عدم ثبات نسبة نقل السرعة.. بسبب إنزلاق السير.

تعتمد حركة السيور على الاحتكاك الموجود بين السير والطارقات. ويتم نقل القدرة بواسطة التلامس بين السير والطارقات القائدة والتابعة. ويعتمد هذا التلامس على مقدار الشد المبني للوجود في السير وحتى يوجد هذا الشد المبني في السير فلا بد أن تكون إحدى الطارتين متحركة أو قابلة للتعديل (الضبط) [١].

ويجب مراعاة عند نقل سرعات عالية وكذلك عند استعمال طارة كبيرة، فإنه يلزم تحديب سطح الطارة للمساعدة على حفظ السير دائما في وسط الطارة، كما يلزم أن يكون عرض الطارة أكبر من عرض السير بنسبة ١٢,٥-٢٠٪.

وتتكون وحدة نقل القدرة بهذه الوسيلة من طارتين، أحدهما مركبة على عمود مصدر القوة والأخرى على عمود الآلة وسيحيط بالطارتين (شكل ١). وقد يستخدم السير لتشغيل أكثر من آلة.



شكل (١)

ويتم نقل الحركة بواسطة السير عن طريق اختلاف قوى الشد في السير عند بداية تلامسه بالطارة وعند تركه لها. وهذا الاختلاف أو الفرق في قوى الشد يتولد نتيجة الاحتكاك بين سطح الطارة المتحركة وتلامسها مع السير. يمكن كتابة معادلة السرعة عند النقطة على الطارة الأولى كما يلي:

$$V_1 = \pi D_1 N_1$$

حيث :

V_1 - سرعة الطارة الكبرى متر/دقيقة (m/min)

D_1 - قطر الطائرة الكرى، متر (m)

N_1 - سرعة الطائرة الكرى، لفة/دقيقة (r.p.m)

ويمكن كتابة معادلة لسرعة الطائرة الصغرى،

$$V_2 = \pi D_2 N_2$$

حيث:

V_2 - سرعة الطائرة الصغرى، متر/دقيقة (m/min)

D_2 - قطر الطائرة الصغرى، متر (m)

N_2 - سرعة الطائرة الصغرى، لفة/دقيقة (r.p.m)

وحيث ان السرعة متساوية فإن،

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

وفي المعادلة يمكن ملاحظة أن قطر الطائرة تتناسب عكسياً مع نسبة عدد اللفات.

وتكون القدرة في الحركة الدورانية كما يلي:

$$P_t = \frac{2\pi T_1 N_1}{60}$$

حيث:

P_t - القدرة في الحركة الدورانية، كـ واط (kW)

T_1 - العزم على الطائرة الكرى، كـ. نيوتن-متر (kN.m)

N_1 - سرعة الدوران، لفة/دقيقة (r.p.m)

وبالنسبة للطارة الصفري :

$$P_2 = \frac{2\pi N_2 T_2}{60}$$

حيث:

T_2 = العزم على الطارة الصفري، كنيوتن.متر (kN.m)

N_2 = سرعة دوران الطارة الصفري، لفة/دقيقة (r.p.m)

وبافتراض عدم وجود أى فقد للقدرة بين الطارتين، فسوف تتساوى القدرة

للوجود على كل طارة وتعادل ،

$$T_1 N_1 = T_2 N_2$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

أو

وفي المعادلة يمكن ملاحظة أن نسبة العزم تتناسب عكسياً مع نسبة عدد

لغات الطارتين أو لعمدة إدارتها. وعلى ذلك فالعمود الذى يدور بسرعة أكبر يعمل

عزماً أقل والعكس صحيح.

والعلاقة بين سرعة الطارات ولطارها وعزم الدوران يمكن استنتاجها هي

مع أهمل نسبة الانزلاق وهذه العلاقة :

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

عند استخدام طارتين لسير نقل الحركة لهما نفس المقاس فإن قوس

التلامس. يصبح ١٨٠ درجة لكل طارة. أما إذا اختلف مقاس الطارات فإن قوس

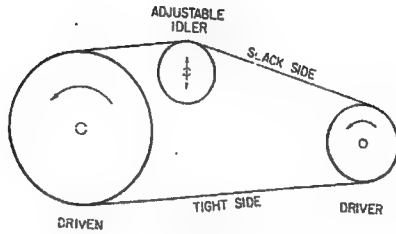
التلامس للطارة الكبرى يكون أكبر منه للطارة الصفري. وعلى ذلك تكون المسافة

المغطاة من الطائرة الصفرى ذات التلامس أقل وهذا قد يسبب مشاكل فى حالة حدوث انزلاق للسير. وعادة يحدث الانزلاق فى الطائرات الصفرى أولاً ، ولذلك فإن أى وسيلة تساعد على زيادة قوس التلامس للطائرة الصغيرة سيكون مساعداً فى تقليل الانزلاق.

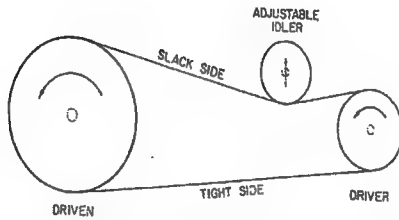
عندما يكون السير فى حالة سكون (بدون حركة) ، فإن الشد الموجود بالسير والناتج من الشد المبني للطائرات يكون موزعاً بالتساوى على جميع نقاط السير. ولكن مع حركة دوران الطائرات ونقل القدرة ، فإن أحد أطراف السير يكون تحت تأثير شد أعلى من الشد المبني ويطلق عليه اسم الطرف المشدود flight side. بينما الآخر من السير يكون تحت قوة شد أقل من الشد المبني بقليل ويكون أيضاً أقل بكثير من الشد الموجود فى الطرف المشدود ويطلق عليه اسم الطرف المرتخي loose side.

تستخدم عادة طائرة ضبط (وسيلة) كوسيلة مبسطة لضبط الشد فى السير. وفى معظم الحالات يجب تركيب طائرة وسيطة فى الطرف المرخى. ويمكن وضع الطائرة الوسيطة بالقرب من الطائرة الكبرى ويبدأ الطرف المرخى كما هو موضح شكل (٢). وإذا كان المطلوب زيادة شد السير تحرك الطائرة الوسيطة للخارج. ويتحركها للخارج فإنها تعمل على انقاص قوس التلامس للطائرة الكبرى أكثر من الطائرة الصفرى. وحيث إن قوس التلامس يكون كبيراً فى الطائرة الكبرى والإقلال منه لا يسبب أى مشاكل. ولهذا السبب كان وضع الطائرة الوسيطة لأقرب إلى الطائرة الكبرى .

ويتم فى بعض الحالات وضع الطائرة الوسيطة إلى الخارج من الطرف المرخى وبالقرب من الطائرة الصفرى كما هو موضح فى شكل (٣) وهذا الترتيب يساعد على زيادة قوس التلامس مع هذه الطائرة عما كان عليه قبل ذلك. ويسبب ذلك انعكاس وضع الثنى فى السير مما يؤدى إلى قصر عمره.



شکل (۲)



شکل (۳)

التصميمات المختلفة لنقل الحركة بالسيور

ويوضح شكل (٤) التصميمات المختلفة لنقل الحركة بالسيور.

- السير المفتوح:

من الطبيعي أن تكون الأعمدة للركب عليها طارات نقل الحركة في وضع متوازن وتستخدم طارتان أو عجلتان ذواتا بروز على هذه الأعمدة. هذا النوع يطلق عليه اسم "السير المفتوح".

- السير المتعرج:

يحتوي على أكثر من طارتين وهو شائع الاستخدام في آلات الحصاد والدراس الجامعة (الكومباين).

- السير المتقاطع:

ويستخدم السير للتقاطع عند الاحتياج إلى عكس اتجاه دوران العمود. ولا يستخدم هذا النوع مع سرعات تشغيل عالية بسبب التآكل الناتج من تلامس السير عند نقطة التقاطع.

- السيور المتعامدة:

قد تستخدم مع الأعمدة غير المتوازية. ويجب أن تكون المسافة بين مركز دوران الأعمدة كبيرة نسبياً وذلك لتلافى قابلية السير للخروج من الطارة. ولا يستخدم هذا التصميم عموماً مع سرعات تشغيل عالية بسبب التآكل الناتج بين السير وحواف الطارة.

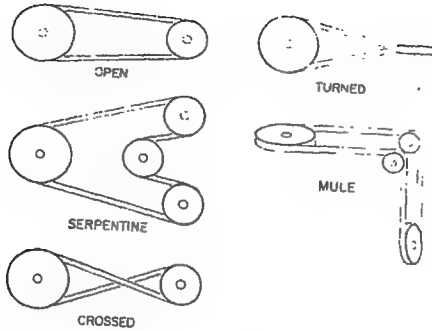


Figure 3.8 Types of belt drives

شكل (4) التصميمات المختلفة لنقل الحركة بالسيور

1

انواع السيور Types of belts

يمكن تقسيم أنواع السيور طبقاً لشكل مقطعها. وأنواع السيور الشائعة الاستعمال هي السيور المسطحة، والسيور شبه المنحرفة (حرف V)، والسيور المستديرة، والسيور المسننة.

1- السير المسطح The rectangular belt

قطاع السير المسطح على شكل مستطيل، ينتج من مواد مختلفة لتناسب مع القدرات المختلفة لنقل الحركة الدائرية. أنواع السيور المسطحة هي كالتالي:

(أ) سيور جلدية: تتميز من أجود أنواع السيور ، وأكثرها انتشاراً.

(ب) سيور شبه مطاطية: تصنع من عدة طبقات الطبقة الاحتكاكية تصنع من جلد مدبوغ بالكروم، أو من أنسجة من الأقمشة المكسوة بكلوريد الفينيل مما يتيح التصاق السير جيداً على البكرة، وتخفيض الانزلاق إلى حد كبير، أما الطبقة الوسطى فإنها تصنع من النايلون على شكل عدة اشربة متلاصقة فوق بعضها البعض أو متجاورة، أو تصنع من خيوط مجدولة من البوليستر مما يزيد من متانة السير ويميز بتحملة قوة شد عالية، وقابلية جيدة للثني.

(ج) سيور مصنوعة من الأقمشة القطنية والصوفية: تتميز هذه السيور بنقل الحركة الهادئة بدون إرتجاجات، تستخدم السيور المسطحة بسففة عامة لنقل الحركة الدورانية لمسافات طويلة، يمكن أن يكون السير مغلق أو يوصل طرفيه بإحدى الطرق: بالالصق وبالبخياطة والتدبيس أو المسامير أو بوصلات سلكية.

استخدم هذا النوع من السيور مع بدء ظهور الآلات الزراعية ولقد كانت الاستخدامات الشائعة لهذا النوع تنحصر في نقل القدرة من محرك ثابت أو من الجرار إلى آلات الدراس ، آلات تقطيع الملف ، مناشير الخشب ،..... إلخ. ولقد استخدمت بكثرة في مجال الصناعة ومصانع الأغذية لنقل المواد وكان يطلق عليها اسم السيور الناقلة.

وتستخدم طارات اسطوانية عريضة لإدارة هذه السيور. وبعض هذه الطارات مصممة بحيث يوجد بروز عند المركز يقطر أكبر قليلاً عند مركز الاسطوانة. وهذا البروز أو ما يسمى التاج يساعد في المحافظة على وضع السير في مركز الطارة وذلك لأن السير يميل للحركة في اتجاه القطر الكبير.

٢- السيور ذات شكل V

من أكثر أنواع السيور شيوعاً لنقل القدرة. والطارات لها تجويف عميق يسمح بدوران السير، ويكون الاحتكاك الناتج من الدوران متركزاً على جوانب السير ويكون له تأثير فعال جداً وذلك بسبب تأثير الشكل الجانبي للسير والذي يؤدي إلى التناقص النسبي للمقطع العرضي للسير. والسيور ذات الشكل V عرضها صغير بالمقارنة بالسيور المسطحة وتحتاج إلى مساحة أقل. وقد يكون مناسباً للاستخدام عندما تكون المسافة بين أعمدة نقل الحركة صغيرة.

يمكن استخدام سيرين أو أكثر ذات شكل V عند نقل قدر كبير من القدرة ويطلق على هذا التصميم اسم السيور المتعددة لنقل الحركة. وتطور السيور هي تجاوزيف متوازية على الطارات نفسها. وللمحافظة على عمر السيور فيجب أن تكون السيور لها الأطوال نفسها وإلا فإن السير الأصغر سوف يعمل العبء الأكبر ويتآكل بسرعة. ويتم اختبار السيور ذات الشكل V المستخدمة في طارات الإدارة المتعددة بحيث يكون لها الطول نفسه.

السيور على شكل V لها مقطع على شكل شبه منحرف وتصنع بكثرة من المطاط الطبيعي أو الصناعي بحيث تزود بعدة فتائل متينة بالقرب من السطح الخلفي لها. ويتم ربط السير بالكامل بواسطة نسيج مغموس بالمطاط عن طريق الإذابة أو بتقسية المطاط ليصبح وحدة كاملة بدون أطراف.

قطاعه في شكل شبه منحرف، يسمى أيضاً بالسير حرف V، زوايته مقدارها (٣٢° - ٣٦°). ينتج بشكل مغلق بدون وصلات أو لحام. يستمد السير متانته من مواد صنعه التي تتكون من عدة طبقات من النسيج الجبلي المتين، الحاط بالمطاط بالإضافة إلى غلاف شبه مطاطي.

تنتقل الحركة بالسيور التي مقطعتها على شكل حرف V عن طريق قوى الاحتكاك بينها وبين السطحين الجانبين للطارة، حيث يكون تلامس السير بجانبيه فقط ولا يلامس قاع المجرى (أى يجب وجود خلوص بين السير وقاع المجرى). وكلما زاد ضغط الشد، كلما أُنْفِغ السير إلى داخل المجرى الاسفينية بالطارة ضاغطة على جانبي المجرى لتزداد قوى الاحتكاك بين جانبي السير والطارة وبذلك يمكن نقل قوى أكبر.

مميزات السيور حرف V Advantages of V belts

- ١- إمكانية نقل الحركة بين طارتين بمسافات صغيرة وسرعات عالية.
- ٢- قوة شد أعلى بالمقارنة بالسيور المسطحة بفضل معامل الاحتكاك.
- ٣- لا تتأثر بالعوامل الخارجية كالرطوبة والسفونة والأبخرة والأحماض والزيوت وغيرها.
- ٤- إمكان نقل جميع القدرات بالتحكم فى اختيار مقاسات السيور وعددها فى أقل حجم ممكن.
- ٥- إمكانية نقل الحركة فى أى اتجاه وعدم تأثرها بالجانب الشدود سواء كان من أعلى أو من أسفل.
- ٦- التصاق كبير وجودة عالية.
- ٧- لا ينبعث عنها أى ضوضاء.

عيوب السيور حرف V Disadvantages of V belts

- ١- عدم إمكانية نقل الحركة بين محورين عبر مسافات كبيرة نسبياً.
- ٢- أقل متانة بالمقارنة بالسيور المسطحة.
- ٣- طارتها أعقد وأصعب فى الصنع بالمقارنة بطارات السيور المسطحة.
- ٤- تكاليفها مرتفعة نسبياً.

وقد وضع منتجو السيور مواصفات قياسية لخمسة مقاسات شائعة في السيور ذات مقطع على شكل حرف V. وتم تصنيف هذه المقاسات بالحروف A, B, C, D, E حيث المقاس A هو أصغر المقاسات و E هو أكبرها. والمقاسات المختلفة موضحة في شكل (٥) بأبعادها المختلفة..

عند حساب مقاسات الطارات والسرعات للسيور شكل V ، لا يكون استخدام الأقطار الخارجية لتجاوزيف الروزات دقيقاً في الحسابات. ويستخدم ما يسمى بالقطر التقديرى والذي يطلق عليه اسم قطر الخطوة D_p ويوضح شكل (٦) بين قطر الخطوة D_p ، وهو يمثل القطر مقاساً من مركز مقطع السير خلال الطارة الى مركز مقطع السير في الطرف الآخر. يمكن تقدير قطر الخطوة من المعادلة التالية،

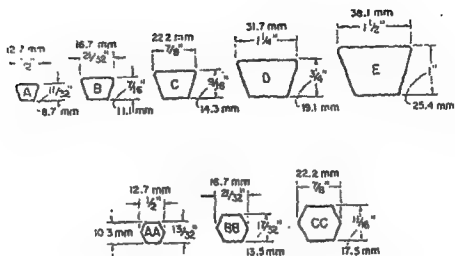
$$D_p = D_b - t$$

حيث : D_p = قطر الخطوة، سم

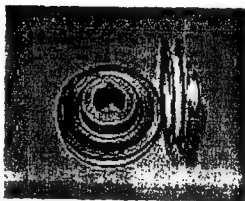
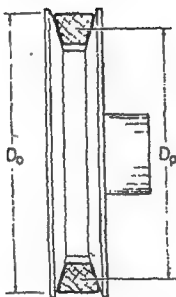
D_b = القطر الخارجى للسير على الطارة سم

t = سمك السير، سم

تعمل السيور ذات الشكل V بسرعات ٦١٠-٩٠٠ متر/دقيقة إلا أنها قد تعمل على سرعات أعلى تتراوح بين ١٢٠٠-٢١٠٠ متر/دقيقة تحت ظروف تشغيل مناسبة مثل طارات كبيرة، أحمال خفيفة..... إلخ. ومع السرعات العالية، تؤثر قوى الطرد المركزية على السير الملامس للطارة بحيث تطرده لخارج الطارة مما يتسبب في فقد في الشد وبالتالي فقد في القدرة المنقولة.



شكل (5) الأبعاد القياسية لقاطع من سيور شكل V



شكل (1) طارة السيور حرف V.

٢- السيور المستديرة The rounded belt

قطاعه على شكل دائرة. ينتج السير بشكل مغلق بدون وصلات، يوجد بصورة نادرة، يستخدم في نقل حركة القدرات الصغيرة. السيور المستديرة ليست شائعة مثل السيور شكل V ولكن يجب تركيبها على طارات بها تجاويف. وقد تستخدم أحيانا مع أجهزة نقل الحركة التي تتطلب التشغيل فيها أكثر من طارة وليس فقط مع طارتين.

قواعد وإرشادات Rules and guidance

أثناء تثبيت السيور يجب ملاحظة وإتباع الإرشادات الآتية:

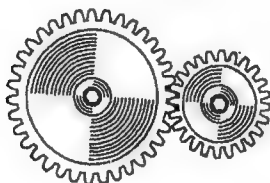
- ١- يجب أن تتوزى وتتواجه الأعمدة والطارات القائدة والنفادة كل منها للأخر تماما.
- ٢- يجب أن يكون التجويف السفينى لكل من الطارتين القائدة والنفادة على استقامة واحدة، لتجنب إحراق السير أثناء التشغيل فيتآكل جانب واحد فقط من جانبيه بشكل غير طبيعي، ويتغير شكل مقطع السير وتقل جودة الشد.
- ٣- ارتفاع السير بدرجة كبيرة ينتج عنه سرعة استهلاكه بالإضافة إلى تلف كراسى المحاور وبعض أجزاء الماكينة.
- ٤ ارتفاع السير بدرجة كبيرة ينتج عنه انزلاقه وانخفاض عدد دورات الطارة النفادة، لذلك يجب أن يكون شد السير معتدلاً.
- ٥ عدم لمس السير أو تركيبه أثناء تشغيل الماكينة مهما كانت سرعتها.
- ٦ يجب تغطية مكان السيور بغطاء واحد.

ثالثاً، نقل الحركة بالتروس Gears Transmission

تستخدم وسائل نقل الحركة بالتروس بين الأعمدة ذات المسافات القصيرة، للحصول على نسبة نقل حركة لدق، حيث يكون الانزلاق في هذه الحالة غير موجود (بالمقارنة بوسائل نقل الحركة بالسيور)

عند نقل الحركة من ترس قائد إلى ترس منقاد كما هو موضح بشكل (٧)
يتمكس اتجاه دوران كل منهما عن الآخر، وللحصول على اتجاه دوران الترس المنقاد في نفس اتجاه دوران الترس القائد، يستخدم ترس وسيط بينهما بأى عدد من الأسنان ، حيث لا تتغير في هذه الحالة نسبة نقل الحركة بين الترس القائد والترس المنقاد عن الحالة الأولى.

تستخدم التروس لنقل القدرة بسرعة زاوية منتظمة من عمود إلى آخر قريب منه . ونقل القدرة بواسطة التروس من الوسائل الجيدة والحكمة لأنها تمكن لأعمدة الإدارة أن تعمل وهي ملتصقة نسبياً ببعضها. وإلى حالة استعمال كراسى محاور مناسبة مع التشحيم أو التزييت المستمر للتروس نجد أن الفقد في القدرة أثناء نقلها لا تزيد عن ١٪. وتمتاز التروس بأجابيتها في نقل القدرة وثبات نسبة سرعات الدوران للأعمدة وكذلك احتياجه إلى حيز صغير.



شكل (٦)

وتصنع التروس من حديد الزهر والصلب وسبائك الصلب ومن مواد أخرى. وتتوقف المادة المستخدمة في صناعة التروس على سرعة الدوران والقدرة المنقولة وظروف التشغيل علاوة على حجم التروس.

يجب أن تكون أسنان التروس العسقة مع بعضها من نفس المقاس والتصميم. حيث يجب أن تلامس على الأقل سندان باستمرار. إن التصميم الجيد لقطع أسنان الترس يعتبر مهنة في حد ذاتها، وعمالية قطع وتفتيح هذه الأسنان بدقة يعتبر عملاً فنياً دقيقاً.

مميزات وسائل نقل الحركة بالتروس

Advantages of means of transmission by gears

تتميز وسائل نقل الحركة بالتروس بصفة عامة على وسائل نقل الحركة

بالسيور بالآتي:

1- صغر حجمها.

2- دقة نقل الحركة وعزم الدوران من عمود لآخر (لمد وجود الانزلاق الذي

يحدث بالسيور)

3- عدم وجود ضوضاء وخاصة بالسرعات العالية. (للدوران التروس داخل حمام

زيتي)

4- سهولة صيانتها.

أنواع التروس Types of Gears

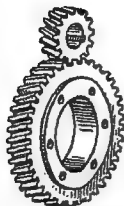
يتوقف نوع التروس على تصميمه وتوجد أنواع متعددة من التروس التي

يختلف استخدام كل منها عن الآخر باختلاف شكل أسنانها، فيما يلي عرض لأنواع

التروس (شكل ٨).



القوس ذات الأسنان للثلاثة للزوجية
Herringbone gears



القوس ذات الأسنان للثلاثة الحلزونية
Helical gears



القوس ذات الأسنان للمستقيمة
Straight Super gears



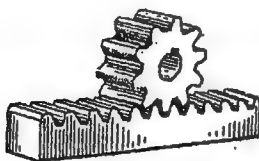
القوس للخروطية الحلزونية
Spiral bevel gears



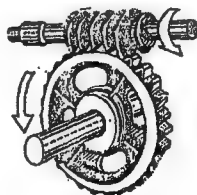
القوس للخروطية ذات الأسنان للثلاثة
Bevel gears with sloping teeth



القوس للخروطية ذات الأسنان للمستقيمة
Bevel gears with straight teeth



الجرادة للسنة
Worm Gear



القوس الدودي والعجلة الدودية
Worm wheel and gear

Straight Super gears

التروس ذات الأسنان للمستقيمة (المعدلة أو اللهازية) أسنانها مستقيمة وموازية لمحورها وتستخدم لنقل القدرة بين عمودين متوازيين وتعتمد هذه التروس من أكثر أنواع التروس إنتشاراً في نقل الحركة الدائرية للأعمدة للتوازية.. عندما تكون هذه الأعمدة قريبة نسبياً من بعضها البعض. وهي غالباً تسبب ضوضاء كما أنها تعمل عادة على سرعات بطيئة. وتستخدم هذه التروس عادة في أجهزة نقل الحركة للجرار من نوع الترس المنزلق حيث إنه من السهل تغيير التروس بواسطة الانزلاق على العمود من ترس إلى آخر.

٢- التروس ذات الأسنان لثلاثة الحلزونية Helical gears

التروس ذات الأسنان لثلاثة الحلزونية أسنانها مائلة على محاورها بزوايا مناسبة. وتتميز التروس ذات الأسنان المائلة بالمتانة والتعشيق والتشغيل الهادئ الأكثر انتظاماً والخال من الاهتزازات، من عيوبها هو وجود قوى دفع جانبية. ومميزاتها أنها تدور بهدوء وسهولة كما يمكن استعمالها لأغراض السرعة العالية.

ويتم تعشيق إحدى الأسنان مع سن أخرى خلال جزء من دورة الترس، وعلى ذلك يكون التشغيل بدون ضوضاء . وتكون الأسنان في هذه الحالة أكثر قوة ومتانة وذلك لطول زمن التلامس. إلا أن هذه التروس يميل بعضها إلى دفع بعضها الآخر جانبياً ، وعلى ذلك يجب أن توجد محامل جيدة تمتص قوة الدفع الجانبية وتكون مركبة على الأعمدة . وهذا النوع من التروس يستخدم بكثرة مع أجهزة نقل الحركة في الجرارات.

٢- التروس ذات الأسنان المائلة المزدوجة Herringbone gears

التروس ذات الأسنان المائلة المزدوجة تحتوي كل منها على صفان من الأسنان المائلة المتلاصقة . تكون التروس الحلزونية المزدوجة الشكل مفتوحة بزاويتين كما لو كانت ترسين ذوى أسنان مائلة ملتصقين ببعضهما. تستخدم التروس ذات الأسنان المائلة المزدوجة في نقل الحركة الدائرية للأعمدة المتوازية للسرعات والقوى الكبيرة. الفرض من ازدواج الأسنان المائلة هو امتصاص الضغط المحوري الواقع على العمدة (قوى الدفع الجانبية) ومنع نقله إلى الحامل. وهذه التروس مرتفعة الثمن في تصنيعها ونادراً وجودها في الآلات الزراعية.

٤- التروس المخروطية ذات الأسنان المستقيمة

Bevel gears with straight teeth

التروس المخروطية تستعمل لنقل القدرة بين عمودين متقاطعين وتسمى بالتروس المخروطية لأنها تتعشق في بعضها مكونه شكل قطاع مخروطي. و التروس المخروطية ذات الأسنان المستقيمة هي تروس على هيئة مخروط ناقص سطحها مشكل بأسنان مستقيمة. تستخدم هذه التروس عادة في نقل الحركة الدائرية بين عمودين متعامدين (بزاوية ٩٠°) وهذا النوع من التروس يسبب ضوضاء. وعادة تدور بسرعة بطيئة. ويشيع استخدامها مع الآلات الزراعية التي تأخذ حركتها من عمود الإدارة الخلفى.

٥- التروس المخروطية ذات الأسنان المائلة

Bevel gears with sloping teeth

التروس المخروطية ذات الأسنان المائلة هي تروس على هيئة مخروط ناقص سطحها مشكل بأسنان مائلة. تستخدم هذه التروس في نقل الحركة الدائرية

للأعمدة المتعامدة (بزوايا ٩٠°). تتميز التروس المخروطية ذات الأسنان المائلة بالتشويق والتشغيل الهادئ.

٦- التروس المخروطية الحلزونية Spiral bevel gears

التروس المخروطية الحلزونية هي تروس على هيئة مخروط ناقص، سطحها مشكل بأسنان مقوسة (على شكل قوس من دائرة) تستخدم هذه التروس عادة في نقل الحركة الدائرية بين الأعمدة المتعامدة للسرعات والقوى الكبيرة، كما يمكن استخدامها في نقل الحركة الأعمدة المتقاطعة، بشرط تطابق أسنان التروس المشقة. تتميز هذه التروس بالمثانة والتشويق والتشغيل الهادئ دون أن تصدر ضجيجاً بالمقارنة مع التروس ذات الأسنان المستقيمة. ويساعد شكل السن الحلزوني على تقليل مستوى الضوضاء. وعادة تكون الزاوية بين أعمدة الدوران ٩٠ درجة إلا أنه يمكن استخدام أي زاوية أخرى عند تصميم مجموعة التروس. وتستخدم التروس المخروطية الحلزونية مع العديد من أعمدة الدوران لكثير من الجرافات والآلات ذاتية الحركة. كذلك تستخدم في صندوق التروس الرئيسي لآلات عمل البالات التي تأخذ حركتها من عمود الإدارة الخلفي.

٧- التروس الحلزونية المتعامدة Crossed spiral gears

التروس الحلزونية المتعامدة هي تروس اسطوانية لقطارها الخارجية مشكلة بأسنان مقوسة (على شكل قوس من دائرة) تستخدم هذه التروس في نقل الحركة الدائرية للقطرات الصغيرة بين الأعمدة المتعامدة. من أهم عيوب التروس الحلزونية المتعامدة هو عض الأسنان، لذلك يستخدم لتزليتها أثناء تشغيلها الزيوت العالية اللزوجة لتلافي العض. تعتبر التروس الحلزونية المتعامدة من مجموعات التروس القليلة المنتشرة لكثرة عيوبها بالإضافة إلى صغر عزم الدوران المنقول.

٩- الجريدة المسننة Worm Gear

تستعمل التروس ذات الأسنان للمستقيمة مع الجريدة المسننة في تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة والعكس. الجريدة المسننة عبارة عن ترس ذو قطر لا نهائي ويستعمل معها ترس صغير يسمى بنيون. والجريدة للسنة والتروس الصغيرة (البنيون) ويتم استخدامها عند الاحتياج إلى حركة في خط مستقيمة كما لو أنها موجودة في ترس لا نهائي للقطر. وهذا النوع نادر الاستخدام في الآلات الزراعية ولكنه يوجد مضخات حقن الوقود في محركات الديزل.

١٠- الترس الدودي والمجلة الدودية Worm wheel and gear

يسمى الترس الدودي بالبريمة اللانهائية. يستخدم الترس الدودي والمجلة الدودية لنقل الحركة الدائرية بين الأعمدة المتعامدة. يفضل استخدام الترس الدودي والمجلة الدودية عندما يتطلب الأمر الحصول على نسبة تخفيض كبيرة جداً في نقل الحركة. عند دوران الترس الدودي دورة كاملة، تتحرك المجلة الدودية بمقدار سنة واحدة فقط. يمكن أن تكون المجلة الدودية ذات أسنان مستقيمة أو ذات أسنان مائلة. كما توجد تروس المجلة الدودية ذات أسنان مقوسة (مقمرة) والترس الدودي شبه كروي إلا أنها قليلة الانتشار.

ويصنع الترس الدودي في صورة قربية الشبه بأسنان القلاووظ حيث تعشق مع أسنان الترس الكبير. وتدخل القدرة إلى الترس الدودي أولاً. ولا يمكن عكس اتجاه نقل القدرة لأن ذلك مستحيلًا وذلك بسبب الاحتكاك بين الترس الدودي والمجلة الترسية الكبيرة. ويستخدم هذا النوع من التروس في إدارة المقطورات ذاتية التفريغ، وفي بعض تروس التوجيه ومع بعض الروافع اليدوية.

Calculations of transmission by simple Gears

إذا تماوى عدد أسنان ترس قائد مع عدد أسنان ترس منقاد، فإن السرعة المنقولة من الترس القائد إلى الترس المنقاد تكون متساوية أى بنسبة ١:١. حيث يتناسب عدد أسنان الترس القائد مع عدد أسنان الترس المنقاد تناسباً عكسياً مع سرعة دورانهما.

يعبر عن نسبة نقل الحركة بالتروس من العلاقة التالية:

$$R_r = \frac{n_2}{n_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

حيث:

R_r نسبة نقل الحركة.

n عدد أسنان الترس القائد

n_r عدد أسنان الترس المنقاد

N_1 عدد لفات الترس القائد فى الدققة (r.p.m)

N_r عدد لفات الترس المنقاد فى الدققة (r.p.m)

أى أن سرعة الدوران تتناسب عكسياً مع عدد الاسنان الترس.

وعند تصميم التروس يجب أن تتساوى الخطوة فى كل من الترسين حتى

يمكن نقل الحركة بسهولة وبالتالي نجد أن عدد أسنان الترس تتناسب مع محيطه أى

تتناسب مع نصف قطره وعلى ذلك فإن:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

أى أن المزم يتناسب مع نصف القطر

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

رابعاً، النقل بالجنائزير والعجلات للسنتة Chain Drives ،

تعتبر الجنائزير من وسائل نقل القدرة الشائعة. وتستخدم لنقل القدرة بين اعمدة الدوران (ولتركب عليها عجلات مسنتة مثل التروس) عندما تكون المسافة بين محاورها كبيرة نسبياً، وعندما يتطلب نسبة ثابتة من تخفيض السرعة، وذلك لأتخدام الانزلاق بينهما وبين العجلات للسنتة. والسرعات فيها أقل بكثير من السرعات المستخدمة في السيور. كما تستخدم الجنائزير أيضاً في نقل ورفع المواد (مثل الحبوب ومواد علائق الماشية والدواجن في المزارع المختلفة).

ولضمان نقل القدرة بكفاءة عالية مع زيادة فترة استعمال الجنائزير يجب تشحيمها، ويفضل وضع الجنزير مع العجلات للسنتة (أى وحدة النقل) في صندوق مغلق به زيت للتزييت.

العجلات المسنتة التى تعمل مع جنائزير ذات بكرات يجب ألا يقل عند أسنانها عن عشر أسنان وذلك تلافياً للتآكل الشديد. والعجلات السنتة الصغيرة تتسبب في زيادة تأثير الثنى على الجنزير وبالتالي زيادة التآكل.

إحدى العجلات المسنتة المستخدمة مع الجنائزير يجب أن تكون قابلة للحركة حتى يمكن ضبط ارتفاع الجنزير يجب أن تكون قابلة للحركة حتى يمكن ضبط ارتفاع الجنزير. وفى حالة ما إذا كانت العجلة للسنتة القائدة أو التابعة غير قابلة للتحويل فتستخدم عجلة مسنتة وسيطة لضبط الارتفاع.

يعمل الطرف للرخی من الجنزير عادة بدون أى شد ماعدا تأثير وزن الجنزير فقط. ويجب وضع العجلة المسننة الوسيطة فى الجانب المرتخى وبالقرب من العجلة المسننة الصغيرة كما هو موضح بشكل (٩) وفى هذا الوضع تعمل العجلة الوسيطة على المساعدة فى تحسين التفاف الجنزير حول العجلة المسننة الصغرى. وما دامت فى هذا الوضع من الطرف المرتخى فمن النادر أن يتم تحميلها بشدة إلا إذا عكس اتجاه الحركة فى الجنزير.

والجنازير المستخدمة مع الآلات الزراعية نوعان وهى الحلقات المتشابكة والبكرات، وتصنع الجنازير ذات الحلقات المتشابكة من الصلب أو الحديد المطروق. ويتم كبس الوصلات الصلب من صلب متوسط الكربون وبالتالى فإن حواجز الوصلة تكون ذات سطح أملس ولكن أركانها وحولها قد تكون حادة. أما الوصلات المصنوعة من الحديد الطرى فيتم تصنيعها عن طريق الصب للحديد المنصهر داخل قوالب رملية وعلى ذلك تكون أسطحها غير ملساء والأركان مستديرة إلى حد ما.

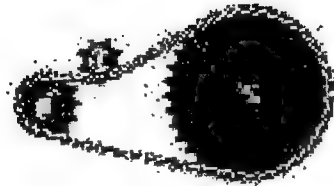
يمكن تركيب أو فك الوصلات المتشابكة عن طريق سحب الأعمدة من الكلابات للوصلات المتلاصقة. ويعمل هذا النوع من الجنازير عادة بوضع نهايات الكلابة فى اتجاه القيادة وفتحات الكلابة فى الاتجاه الخارجى للجنازير.

وعند استخدام الوصلات المتشابكة فى النقل لمسافات طويلة، يمكن تقليل التآكل للعجلة المسننة القائدة بحيث يكون وضع الكلابات فى وضع انقيادى. وعادة يتم تشغيل هذا النوع من الجنازير على سرعات بطيئة تصل إلى ١٠٠ متر/دقيقة.

تصنع الجنازير ذات البكرات الدقيقة الضبط بدقة أكثر مما هو موجود بالوصلات المتشابكة. وتصنع من وصلات متتابعة من البكرات وأعمدة للوصل تثبت بواسطة مسامير. وتكون الوصلات أو البطانات المعدنية حرة الحركة.

يجب تشغيل الجنزير ذات البكرات الدقيقة مع بكرات ذات أسنان معالجة
آلياً ويجب تزييتها أحياناً. وهذه الجنزير قد تعمل عادة على سرعات تتراوح بين
٢٠٠ - ٣٦٥ متر/دقيقة وتحت ظروف تزييت مناسبة قد تعمل على سرعات تصل إلى
١٢٠٠ متر/دقيقة.

حساب عدد الأسنان وسرعات المجلات المستنة يمكن إيجاده بمعادلة مماثلة
لمعادلة سيور نقل الحركة وذلك بوضع عدد الأسنان مكان أقطار الطارات وهذه
العملية ممكنة حيث يتناسب عدد أسنان العجلة مع قطرها.



شكل (٩) : وحدة إدارة بالجنزير وبها عجلة وسيطة في وضعها الصحيح

الفصل الرابع

محركات الاحتراق الداخلي

Internal Combustion Engines

١-٢ مقدمة :

هذه المحركات يتم تحويل الطاقة الكيميائية المختزنة في الوقود عند احتراقه مباشرة في اسطوانات المحرك الى طاقة حرارية ثم تحويل الطاقة الحرارية الناتجة الى طاقة ميكانيكية. وسوف نستعرض في هذا الباب كل مع يتعلق بأنواع وأجزاء المحرك ونظريات عمله.

٢-٢ تقسيم محركات الاحتراق الداخلي

Classification of Internal Combustion Engine

يمكن تقسيم محركات الاحتراق الداخلي الى :

١- من حيث طريقة الاشتعال By The Ignition Method

١- محركات الاشتعال بواسطة الشرارة Spark Ignition Engines

- المحرك البنزينى Benzene Engine

يستخدم في هذه المحركات وقود سريع (البنزين) و يدخل هذا الوقود في اسطوانة المحرك بعد تحويله الى رذاذ، و خلطه بكمية معينة من الهواء، ويتم ذلك خارج اسطوانة المحرك في جهاز خاص يسمى المغذى Carburetor ، وهذا الجهاز يخلط الوقود بالهواء بنسب

معينة يمكن التحكم فيها، و يتم الإشعال بواسطة شرارة كهربائية في نهاية شوط الضغط.

- المحرك الغازى Gas Engine

الوقود المستخدم في هذا المحرك هو الغاز الطبيعي أو الغاز الناتج من مولد غازي، ويستخدم للمحرك الغازى خليطاً من الغاز والهواء اللذان يضغطان سوياً بعد خلطهما جيداً، وبعد حدوث الشرارة ينتشر اللهب داخل المخلوط وتتم عملية الاحتراق.

- المحرك المشترك بنزين أو غاز:

هو محرك مشترك يعمل باستخدام الوقود السائل (بنزين مثلاً) والوقود الغازي (الغاز الطبيعي) كلا على حدى. وهو محرك بنزيني في الأصل ويمكن تعديله ليعمل بالغاز كما هو الحال الآن في السيارات التي تعمل بالغاز الطبيعي بمصر حيث يعمل المحرك على وقود الغاز الطبيعي فقط وعند عدم توفير الغاز يتم تحويله لاستخدام وقود السائل (بنزين).

ب- محركات الاشتعال بالانضغاط Combustion Ignition Engines

ويتم الاشتعال بواسطة رفع ضغط الشحنة إلى درجة الاشتعال الذاتي للوقود و بعد ذلك يتم دفع الوقود إلى الهواء المضغوط الموجود داخل غرفة الاحتراق.

- محركات الديزل Diesel Engines

في هذه المحركات يسحب الهواء النقي ثم يحفظ تحت ضغط عالي فينتج عن ذلك ارتفاع كبير في درجة الحرارة، ويلفغ الوقود الديزل حيث يختلط بالهواء المضغوط الموجود بها ، فيشتعل هذا

الخليط تلقائياً فتتجه للحرارة العالية الناتجة عن الانضغاط،
ويستخدم في هذه المحركات وقود السولار وهو أقل تطايراً من وقود
محركات الإشعال بالشرارة.

- المحرك المختلط Gas-Diesel Engine

في هذا المحرك يستخدم غاز الميثان أو الغاز الطبيعي وهي
غازات تحتل نسبة لنضغاط عالية ويصمم المحرك تماماً كالمحرك
الديزل العادي وتسحب غاز وهواء يتم خلطهم وضغطهم ثم يحقن
الديزل في الخليط المضغوط الساكن فيشتعل مخلوط الهواء والغاز.

٢- من حيث عدد الأشواط في الدورة الحرارية

أ- محركات رباعية الأشواط Four Stroke Engines

يتم في هذه المحركات إتمام الدورة الحرارية في أربعة أشواط.

ب- محركات ثنائية الأشواط Two Stroke Engines

يتم في هذه المحركات إتمام الدورة الحرارية في شوطين.

٣- من حيث عدد الاسطوانات

أ- محركات ذات اسطوانة واحدة Single Cylinder Engines

ب- محركات متعددة الاسطوانات Multi cylinder Engines

٤- من حيث ترتيب الاسطوانات

تعتبر طريقة ترتيب الاسطوانات واحدة من أكثر الطرق شيوعاً

لتصنيف المحركات الترددية.

١- المحركات المستقيمة In-Line Engines

المحرك المستقيم عبارة عن محرك يحتوى على صف واحد من الأسطوانات، أو بعبارة أخرى هو المحرك الذي ترتب فيه الأسطوانات بصورة خطية ويتم نقل القدرة من هذه الأسطوانات إلى عمود مرفقي واحد، وينتشر استعمال هذا النوع من المحركات في السيارات، وتعتبر المحركات ذات أربعة أسطوانات والمحركات ذات ست أسطوانات المرتبة خطياً من النوع الشائع لهذه المحركات.

ب- المحركات على هيئة حرف V V-Type Engines

في هذا النوع من المحركات يتم ترتيب الأسطوانات في صفين على عمود مرفقي واحد بينهما زاوية مقدارها 90° ، وينتشر هذا النوع في محركات المركبات الكبيرة والتي يلزمها محرك متعدد الأسطوانات في حيز ضيق.

- الأجزاء الرئيسية للمحرك Engine Parts

تتكون محركات الاحتراق الداخلي مهما اختلفت تصميماتها من الأجزاء الآتية :

١- الأجزاء الثابتة في المحرك وتشمل :

- كتلة الأسطوانات Cylinders Block
- رأس الأسطوانات Cylinders Head
- علبة المرفق (علبة الكارتير) Crank Case
- الكراسي الرئيسية (المحاور) Bearing

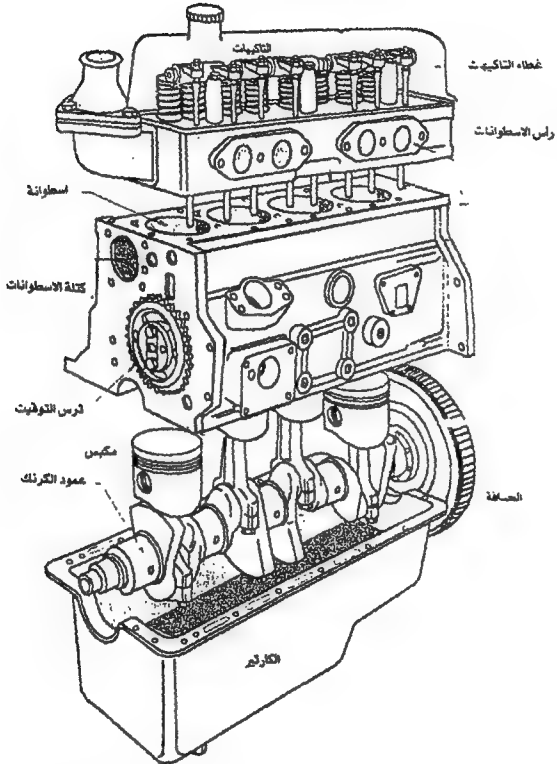
ب- الأجزاء المتحركة وتسمى المجموعة المرفقية وتشمل:

- عمود المرفق (الكرنك) Crank Shaft
- المكبس Piston
- الشنابر Rings
- ذراع التوصيل Connecting Rod
- الحفافة Flywheel

ج- مجموعة توقيت فتح وغلق الصمامات وتشمل:

- عمود الكامات Camshaft
- الصمامات Valves
- التاكبيات Rockers
- عمود التاكبيات Rocker Arm

وتوضح الشكل (١٠) الأجزاء الرئيسية لمحرك الاحتراق.



شكل (١٠): الأجزاء الرئيسية لمحرك احتراق داخلي رباعي الأسطوانات

٢-١-٢- الأجزاء الثابتة في المحرك:

١- كتلة الاسطوانات Cylinders Block

تصنع كتلة الاسطوانات من الزهر الرمادى ويتميز الزهر الرمادى بأنه رخيص الثمن ويتحمل درجة الحرارة والضغط العالية التى تحدث داخل الاسطوانة دون حدوث أى اعوجاج فيه، كما أن الزهر الرمادى يقاوم التآكل وقادر على امتصاص التذبذبة ويقاوم الصدا، وإذا ما تطلب الحال زيادة فى صلابته وقوته صنع على شكل سبيكة بإضافة النيكل أو الكروم إليه وربما تصنع كتلة الاسطوانات من الصلب كما يستعمل الألونيوم لخفة الوزن، تزود كتل الاسطوانات عادة بجلب الاسطوانة (بملانة) وهى عبارة عن اسطوانة رفيقة من حديد الزهر المسبوك الرمادى أو الصلب أو غير ذلك من السبائك المعدنية، حيث يمكن تغييرها بسهولة عندما تتآكل بدلا من خراطة الاسطوانة نفسها.

ب- رأس الاسطوانات Cylinders Head

هو الغطاء العلوى لكتلة الاسطوانات وعادة تسمى رأس الاسطوانات Cylinders head، وتصنع رأس الاسطوانات من الحديد الزهر الرمادى وقد تستعمل فى صناعته سبيكة الألونيوم التى تمتاز بمقدرتها على توصيل الحرارة، وهذه الخاصية مرغوبة لشدة تعرض رأس الاسطوانات لدرجات الحرارة العالية الناتجة من الاحتراق، ويثبت رأس الاسطوانات بإحكام بكتلة الاسطوانات بواسطة مسامير ربط، ويجب أن تكون الوصلة بين رأس الاسطوانات وكتلة الاسطوانات محكمة وقادرة على تحمل الضغط والحرارة الناتجة من الاحتراق، لذلك يوضع جوان بينهما يعرف بجوان رأس الاسطوانات

وفائدة جوان الاسطوانات هي منع مياه التبريد من التسرب إلى غرف الاحتراق أو منع تسرب الغازات بين الاسطوانات.

ج - علبة المرفق (علبة الكارثير) Crank Case

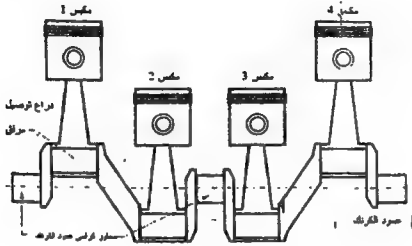
تصنع عادة علبة المرفق من صلب مضغوط ، وتثبت في الجانب السفلى لكتلة الاسطوانات وللحصول على مانع تسرب محكم يوضع جوان بينهما وتحتوى علبة المرفق على الزيت اللازم لتزييت الحرك ونظرا لضرورة تغيير هذا الزيت من حين لآخر فإن الحوض يزود بفتحة لتصريف الزيت توضع في أسفل موضع فيه.

٢-٢-٢ الأجزاء المتحركة (المجموعة المرفقية)

تقوم هذه المجموعة بتحويل حركة المكبس الترددية إلى حركة دورانية على عمود المرفق (الكرنك) وتتكون هذه المجموعة من الوحدات الرئيسية التالية: المكبس و ذراع التوصيل وعمود المرفق (الكرنك) والحدافة (شكل ١) .

١- المكبس Piston

يتوقف شكل مكابس محركات الاحتراق الداخلى على نوع الدورة الحرارية التى تعمل بها هذه المحركات ، فمثلا فى محركات الديزل نجد عادة تجاويض فى رؤوس المكابس لتشغل جزء من غرفة الاحتراق وكذلك لتعمل على سرعة خلط الهواء مع الوقود، المكابس تصنع فى البداية من الحديد الزهر الرمادى، والسبائك الخفيفة، ويحتوى جذع المكبس على ثقبان (عروتين لهما فتحتان لبنز المكبس).



شكل (١١)، مجموعة الأجزاء المتحركة

وتعرف المسافة بين المكبس والجدار الداخلى للأسطوانة بخلوص

المكبس *Piston Clearance*.

يوجد مجارى مقطوعة فى المكبس فى الجزء الأعلى منه توضع داخل هذه مجارى الشنابر حول السطح الخارجى للمكبستعرف بشنابر المكبس *Piston Rings* وهى عبارة عن حلقات دائرية مشقوقة حتى لا يصعب تركيبها فى المكبس، والغرض من الشنابر هو منع تسرب الغازات بين المكبس وجدران الاسطوانة وكذلك العمل على توزيع زيوت التزييت توزيعا تاما ومنتظما على جدران الاسطوانة وأخيرا المساعدة على تبريد المكبس. ويختلف عدد وأنواع الشنابر باختلاف نوع المحرك ومعظم المحركات ذات ثلاثة أو أربعة شنابر، وتنقسم الشنابر إلى نوعين، منها شنابر ضغط ومنها شنابر التزييت. وشنابر ضغط توجد فى الجزء العلوى من المكبس ويتراوح إعداده من اثنين إلى أربعة، وتعمل هذه الشنابر على منع التسرب من خلال

خلوص المكبس كما أنها تساعد على تبريد المكبس بنقل أكبر جزء من حرارة المكبس إلى جدران الاسطوانة. تعمل شتاير التزييت على ضبط كمية زيت التزييت على جدران الاسطوانة وإعادة الزائد منها إلى علبة المرفق وشتير الزيت يركب في الجزء السفلي من المكبس، وشتاير الزيت بها ثقب حيث يمر الزيت المكشوط من جدران الاسطوانة خلال هذه الثقوب، ومن خلال ثقب توجد في مجارى شتاير الزيت بالمكبس ويعاد الزيت مرة أخرى إلى علبة المرفق.

بنز المكبس Piston Pin: هو الجزء الذى يصل المكبس بالنهاية السفرى للذراع التوصيل ويحمل البنز في ثقبى المكبس ويمر داخل النهاية السفرى للذراع التوصيل

ب- ذراع التوصيل Connecting Rod

هو الذراع الذى ينقل ضغط الفازات المؤثر على المكبس إلى عمود المرفق والحدافة ويثبت مفصليا في بنز المكبس والمرفق، وبواسطة ذراع التوصيل تتحول الحركة الترددية للمكبس إلى حركة دائرية على عمود المرفق، ولذراع التوصيل نهاية سفرى كاملة تتصل بالمكبس بواسطة بنز المكبس ويوجد لذراع التوصيل نهاية كبرى تصل بالنهاية الكبرى للذراع التوصيل من نصفين يضمنا بينهما سبيكة (مقسمة بدورها إلى قسمين) وتكون بمثابة كرسى محمول فوق بنز المرفق .

ج- عمود المرفق (عمود الكرنك) Crank Shaft

يصنع عمود المرفق من الصلب النيكلى الكرومى أو الصلب المصبوب أو الصلب المطروق. مع تقوية السطح الخارجى بحيث يكون ذى مقاومة

ميكانيكية عالية. ويتوقف شكل المرفق حسب عدد دوترتيب الأسطوانات للمحرك.

د- الحداقة Flywheel

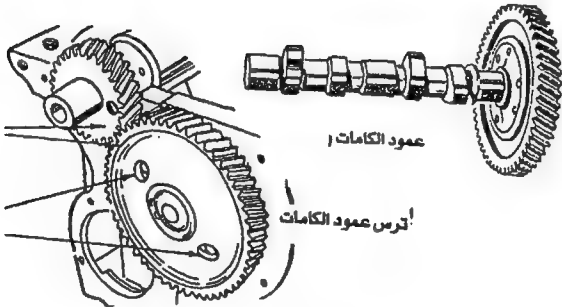
الحداقة عبارة عن عجلة من الصلب ثقيلة إلى حد ما، تتصل بالنهاية الخلفية لعمود الكرنك. وتعمل الحداقة على إحتزان كمية من طاقة الحركة التي تكتسبها في شوط التشغيل، وإعطاء جزء من هذه الطاقة إلى باقى الأشواط (السحب - الضغط - العادم) ومن ثم فإنها تكفل الدوران المستمر للمحرك، وكلما زاد عدد الأسطوانات كلما أمكن تقليل كتلة الحداقة بمعنى أن كتلة الحداقة تتناسب عكسيا مع عدد الأسطوانات، ويوجد على المحيط الخارجى للحداقة أسنان تعرف بإسم ترس الحداقة، يعشق هذا الترس مع ترس البنلنكس المركب على محور المارش، كما يستخدم الوجه الخلفى للحداقة كعضو إدارة للقابض.

٢- مجموعة توقيت حركة الصمامات

تشتمل مجموعة توقيت حركة الصمامات على الأجزاء التالية، الكامات وعمود الكامات والصمامات وبرايتها والأذرع المتأرجحة وذراع الدفع وروافع التاكبيات. ولا تستخدم مجموعة توقيت حركة المحركات الثنائية الأشواط هيتيم بواسطة فتح وغلق فتحات بجنران الأسطوانات.

١- الكامات وعمود الكامات Cams and Camshaft

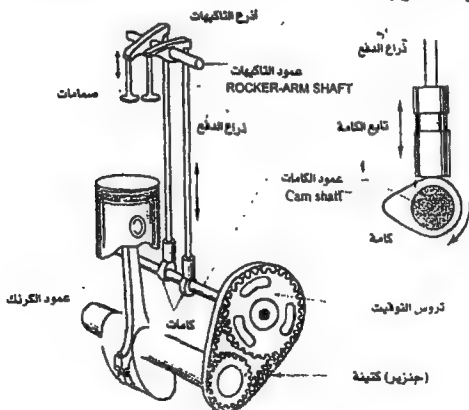
الكامة هي جهاز يمكن بواسطته تحويل الحركة الدائرية إلى حركة خطية . ويفتح ويقفل صماما السحب والعاود بواسطة الكامات الموجودة على عمود الكامات، ويأخذ عمود الكامات حركته من عمود المرفق، إما بواسطة عجلات مسننة وجنزهر أو بواسطة ترسين، ويحتوى الترس أو العجلة للمسننة المركبة على عمود الكامات على عدد من الأسنان ضعف عدد الأسنان الموجودة على عمود المرفق، أى أن عمود الكامات يدور بسرعة تساوى نصف سرعة عمود المرفق، وعليه فكل لفتين من لفات عمود المرفق يقابلها لفة واحدة لعمود الكامات (شكل ١٢).



شكل (١٢)

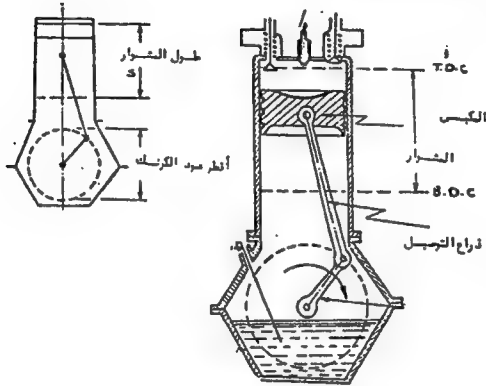
ب- الصمامات Valves :

سبق أن ذكرنا أن لكل اسطوانة صمامين: صمام سحب و صمام عادم ووظيفة الصمامات هي ضبط دخول الغازات الجديدة و خروج غازات العادم ويجب أن تضمن الصمامات منع التسرب من غرف الاحتراق في أثناء الإنضغاط والتمدد لتضادى حدوث أى انخفاض في الضغط. يستعمل ساق دافعه ورافعة متأرجحة لتشغيل الصمامات . يتركز على الكامات ذراع يؤثر على طرف رافعة متأرجحة فيلحقها الى أعلى ويهبط طرفها الآخر الى أسفل مؤثرا على ساق الصمام فيؤدى ذلك الى فتحة ضد ضغط الياى. ويمكن ضبط الخلوص بواسطة مسمار الضبط فى طرف الرافعة المتأرجحة.



شكل (١٢) : مجموعة توقيت فتح وغلق الصمامات

٣- بعض التعاريف الأساسية للمحرك (شكل ١٤)



شكل (١٤)

- **المشوار Stroke** : وهو المسافة التي يتحركها سطح المكبس من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى ونلاحظ أن طول المشوار المكبس يساوى قطر دائرة دوران عمود الكرنك.

- **النقطة الميتة العليا (ن.م.ع.) (TDC) Top Dead center**

وهي أعلى نقطة يصل عندها سطح المكبس خلال تحركه في المشوار وسرعة المكبس عندها تساوى صفر.

- **النقطة الميتة السفلى (ن.م.س.) (BDC) Bottom Dead Center**

وهي أسفل نقطة يصل إليها سطح المكبس خلال تحركه في المشوار وسرعة المكبس عندها تساوى صفر.

- حجم الخلوص "V_s" The Clearance Volume

هو حجم فوق سطح المكبس عندما يكون المكبس عند النقطة الميتة العليا، وهذا الحيز يطلق عليه أيضا اسم غرفة الاحتراق .

- إزاحة المكبس Piston Displacement

إزاحة المكبس هي الحجم الذي يزيحه المكبس عند حركته من أعلى إلى أسفل نقطته داخل الأسطوانة أي من النقطة الميتة العليا T.D.C إلى النقطة الميتة السفلى B.D.C. وتعرف إزاحة المكبس أيضا بحجم المشوار Vs وهو الحجم بين النقطة الميتة العليا T.D.C والنقطة الميتة السفلى B.D.C.

$$V_s = \frac{\pi}{4} D^2 S$$

حيث :

V_s = حجم المشوار سم³ Stroke Volume, cm³

D = قطر الأسطوانة سم Cylinder diameter, cm

S = طول المشوار للمكبس سم Piston Stroke, cm

- نسبة الانضغاط (الكبس) C.R The Compression Ratio

تعرف نسبة الانضغاط (الكبس) على أنها النسبة بين الحجم الذي يصل إليه المكبس عند وصوله إلى النقطة الميتة السفلى إلى الحجم الذي يصل إليه المكبس عند وصوله إلى النقطة الميتة العليا.

$$C.R = \frac{V_c + V_s}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$$

حيث: V_c = حجم الخلو صم^٣ Clearance Volume cm^٣

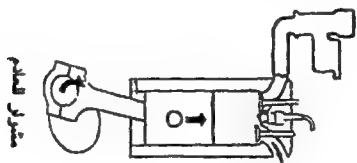
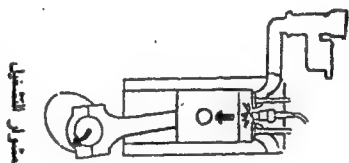
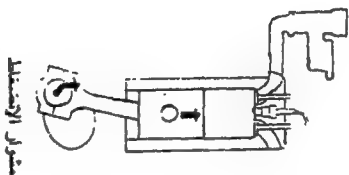
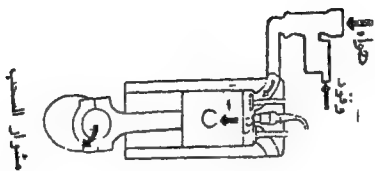
V_s = حجم المشوار صم^٣ Stroke Volume, cm^٣

ونسبة الكبس تتراوح في محركات الاشتعال بالشرارة (بنزين) من ١٤: ١ الى ١٢: ١. أما نسبة الكبس في محركات الديزل فتتراوح بين ١٤: ١ الى ٢٢: ١ وهذه النسبة العالية لأن زيادة ضغط الهواء يزيد من سهولة وسرعة احتراق الوقود عند حقنه. ولكن في نفس الوقت تحتاج نسبة الكبس العالية الى قوة تحمل عالية للمواد المصنع منها أجزاء المحرك مما يزيد من ثمن محرك الديزل اذا ما قورن بمحرك بنزين مساوى له في القلره الناتجة منه.

٤- المحركات رباعية الأشواط

١-٤ محركات الاشتعال بالشرارة Spark Ignition Engine

وتسمى محركات البنزين أو محركات أوتو Otto نسبة إلى العالم الألماني أوتو الذى اكتشف هذه الدورة. وتستخدم وقود البنزين في هذه المحركات ولتوضيح تلك الدورة مع محرك مكون من أسطوانة واحدة وعليه يمكن إجراء الدورة الحرارية في هذه الاسطوانة كما في شكل (١٥) على النحو التالي:



شكل (١٥) : الدورة الحرارية لحركات الاشتعال بالشرارة

- مشوار السحب Intake Stroke

وفيه تتم حركة المكبس ابتداءً من النقطة الميتة العليا متجهاً إلى أسفل وفي نفس الوقت يكون صمام السحب مفتوح والذي ينخفض من خلاله إلى الاسطوانة مخلوط من الهواء والبنزين والذي تم خلطه مسبقاً خارج الاسطوانة في جهاز خلط الوقود بالهواء والذي يسمى بالكاربيراير حتى أن يصل المكبس إلى النقطة الميتة السفلى.

- مشوار الضغط Compression Stroke

وفي هذا المشوار يكون صمام السحب مغلق ويتحرك المكبس من النقطة الميتة السفلى متجهاً إلى أعلى، ونتيجة حركة المكبس إلى أعلى يقل حجم المخلوط ويزداد الضغط داخل الاسطوانة وبالتالي ترتفع درجة حرارته على حسب القانون العام للغازات، ودرجة الحرارة في نهاية الشوط أقل بقليل من درجة الاشتعال الذاتي للمخلوط. ويمكن المساعدة على عملية الاشتعال بإعطاء شرارة كهربائية من شمعة الاشتعال، وينتج عن عملية الاشتعال غازات تحت ضغط عالٍ تحاول أن تضغط على سطح المكبس لتحركه إلى أسفل.

- مشوار التشغيل Power Stroke

ويسمى أحياناً بمشوار التمدد. فنتيجة لضغط الغازات الناتجة عن عملية الاشتعال تتولد قوة كبيرة على سطح المكبس تحاول أن تحركه من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى. وهذا هو المشوار المفيد في الدورة الحرارية والتي يستفاد به في إدارة عمود الكرنك، والمفروض أن

يستفاد بجزء من هذه الطاقة في تشغيل المشاوير الأخرى (العامد - السحب - الضغط).

- مشوار العامد Exhaust Stroke

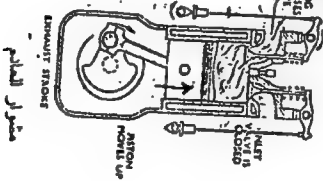
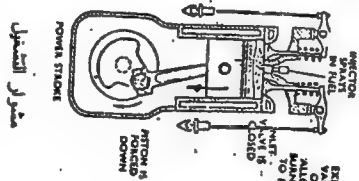
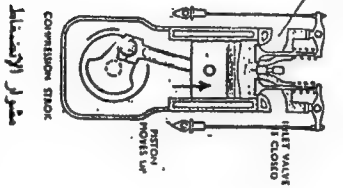
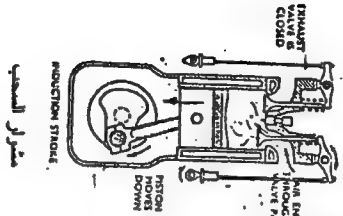
نتيجة عملية اشتعال الوقود داخل الاسطوانة تتولد عنها غازات يجب التخلص منه أو الاستفادة من هذه الطاقة الحرارية لتسخين الوقود الذى يدخل إلى الاسطوانة فى الدورات التالية لعمل دورة حرارية أخرى جديدة. ويتم التخلص من الغازات الناتجة عن عملية الاشتعال عن طريق آخر يسمى صمام العامد Exhaust Valve فعندما يصل المكبس قرب النقطة الميتة السفلى يتم فتح صمام العامد ويتحرك المكبس متجهاً إلى أعلى حتى يصل إلى النقطة الميتة العليا لتبدأ دورة حرارية جديدة.

٤-٢- محركات الاشتعال بالضغط (ديزل)

وهذا النوع من المحركات يستخدم السولار كوقود. ونظراً لاختلاف درجة تطاير الوقود المستخدم هنا عن المحركات السابقة فإن بها دورة حرارية مختلفة تماماً عن السابقة وشكل (١٦) يوضح المشاوير الأربعة لمحركات الديزل.

- مشوار السحب Intake Stroke

وفيه يتم تحريك المكبس من النقطة الميتة العليا متجهاً إلى أسفل وفى نفس الوقت يكون صمام السحب مفتوح ويدخل عن طريقه هواء فقط حتى ان يصل المكبس إلى النقطة الميتة السفلى وعندها يخلق صمام السحب.



شكل (١٦): المشاور الأربعة للدورة الحرارية لحركات المحرك

- مشوار الضغط Compression Stroke

يتحرك من النقطة الميتة السفلى متجهاً إلى أعلى وبهذا يقل حجم الهواء ويرتفع ضغطه وبالتالي درجة حرارته، ونتيجة أن نسبة الكبس تكون أعلى في المحركات الديزل عن محركات البنزين فتصل درجة الحرارة في نهاية مشوار الضغط إلى ٦٠٠ درجة مئوية أى نحو ضعف درجة الحرارة في محركات البنزين. وبهذا فإن الهواء يصل إلى درجة حرارة تكفى للاشتعال الذاتى لوقود السولار تقريباً يبدأ الرشاش فى إعطاء شحنة من الوقود داخل الاسطوانة تحت ضغط عالٍ على هيئة رزاز صغير يختلط بالهواء الساخن وتنتج عملية الاشتعال تحت ضغط ثابت وينتج عنها غازات تحت ضغط عالٍ.

- مشوار التشغيل Power Stroke

يبدأ المكبس فى حركته من النقطة الميتة العليا متجهاً إلى أسفل نتيجة ضغط الغازات على المكبس حتى يصل تقريباً إلى النقطة الميتة السفلى، وأيضاً هذا الشوط هو المفيد فى الدورة الحرارية لإدارة عمود المحرك ويجب أيضاً توفير جزء من هذه الطاقة الناتجة لاستخدامها للأشواط الأخرى مثل شوط العادم والسحب والضغط.

- مشوار العادم Exhaust Stroke

نتيجة عملية الاشتعال يتولد غازات محترقة يجب التخلص منها قبل البدء فى دورة حرارية جديدة ، فعندما يكون المكبس تقريباً عند النقطة الميتة السفلى يبدأ صمام العادم فى الفتح ونتيجة حركة المكبس إلى أعلى تزاح أمامه غازات العادم.

٦- المحرك المتعدد الاسطوانات

فى المحرك الرباعى المشوار نجد أن الشوط الفعال (المفيد) فى الدورة الحرارية هو شوط التشغيل والذى يمكن الحصول عليه كل ٢ لفة من عدد لفات عمود الكرنك إذا كان المحرك يحتوى على أسطوانة واحدة ولذلك يجب الاستفادة من الطاقة الميكانيكية الناتجة من هذا الشوط لد الأشواط التالية الأخرى بالحركة. ويمكن إجراء ذلك الحداقة Flywheel فبعد إدارة المحرك تبدأ الحداقة فى أخذ قوى ذاتية تسمى قوى القصور الذاتى والتى لها المقدرة على إعطاء عزم يساعد على دوران عمود الكرنك وبالتالي يمكن مد الأشواط المتتالية لشوط التشغيل بالحركة المستمرة، وحجم الحداقة يعتمد على عدد اسطوانات المحرك.

أما إذا كان المحرك مكون من أسطوانتين ووضعت بالتبادل مع بعضها فإن المحرك ينتج ٢ شوط تشغيل لكل لفة من دوران عمود الكرنك وبالتالي فإن العزم اللازم من الحداقة لإدارة عمود الكرنك فى الأشواط الأخرى يكون النصف إذا ما هورن لمحرك به اسطوانة واحدة وبالتالي فإن وزن الحداقة يقل عن وزنها فى حالة اسطوانة واحدة.

٧- عناصر قياس أداء المحركات

يعد أداء المحرك مؤشرا للدرجة نجاح المحرك فى تحويل الطاقة الكيماوية المخزونة فى الوقود الى شغل ميكانيكى مفيد. ولتقييم أداء المحرك هناك بعض العناصر أو ما يعرف بمعاملات الأداء.

- الشغل البياني؛ هو الشغل الناتج من الدورة الحرارية في

محركات الاحتراق الداخلى.

- القدرة البيانية: Indicated Power هي القدرة فوق سطح

المكبس والنااتجة من شغل الدورة الحرارية الواحد لكل الأسطوانة. ويمكن

تحديد القدرة البيانية كما يلى:

$$\therefore \text{Power} = \frac{\text{Work}}{\text{Time}} \quad \text{القدرة} = \frac{\text{شغل}}{\text{زمن}}$$

$$\frac{\text{الشغل البياني في الدورة الحرارية}}{\text{زمن الدورة الحرارية}} = \text{القدرة البيانية}$$

$$\text{Indicated Power} = \frac{\text{Work of heat cycle}}{\text{time of heat cycle}}$$

زمن الدورة الحرارية للمحرك الريلى

$$\text{Time of one engine heat cycle} = \frac{2 \times 60}{N} \text{ sec (for four stroke)}$$

حيث: N = سرعة عمود الكرنك (لفة/ دقيقة)

على ذلك تكون القدرة البيانية I.P

$$I.P = \frac{(IWD) \times N \times n}{2 \times 60 \times 1000}$$

حيث:

IWD = الشغل الناتج من الدورة الحرارية N.m (نيوتن متري)

I.P - القدرة البيانية (كيلو وات kW)

وتحويل الشغل إلى حاصل ضرب قوة دفع المكبس $F \times$ طول المشوار

S يمكن إيجاد القدرة البيانية من العلاقة التالية:

$$I.P = \frac{F \times S \times N \times n}{2 \times 60 \times 1000}$$

حيث: **F** - قوة دفع المكبس إلى أسفل (نيوتن)

S - طول المشوار (متر).

وهذه القوة يمكن التعويض عنها بحاصل ضرب ضغط \times مساحة.

ويمثل الضغط بالضغط على سطح المكبس وتمثل المساحة بمساحة سطح

المكبس. وعلى ذلك يمكن إيجاد القدرة البيانية على النحو التالي:

$$I.P = \frac{P_1 \times \frac{\pi D^2}{4} \times S \times N \times n}{2 \times 60 \times 1000}$$

حيث:

D - قطر الأسطوانة (متر)

P₁ = متوسط الضغط البياني الفعال (بסקال)

indicated mean effect pressure (i.m.e.p) (Pa)

- الكفاءة الحرارية البيانية (Indicated Thermal Efficiency)

هى النسبة بين كمية الحرارة التى تتحرك الى شغل بيانى فوق سطح المكبس الى كمية الحرارة الناتجة من احتراق الوقود. وتستخدم الكفاءة الحرارية البيانية لبيان مدى الاستفادة من الحرارة الكلية الناتجة من الاحتراق.

- الفوائد الميكانيكية Mechanical Losses

وهى الفوائد فى التغلب على كل المقاومات ضد حركة المحرك.

- القدرة الفرملية (Brake Power)

وهى القدرة على عمود الكرنك وهى مستمد من القدرة البيانية للمحرك عن طريق ذراع التوصيل ومجموعة الأجزاء المتحركة وتعرف القدرة الفرملية كالتالى :

$$BP = IP - MP$$

حيث: MP = القدرة المفقودة فى الحركة الميكانيكية.

ويمكن حساب القدرة الفرملية من العلاقة:

$$BP = \frac{2\pi NT}{60 \times 1000}$$

حيث:

T العزم على عمود الكرنك نيوتن. متر (N.m)

- الكفاءة الميكانيكية *Mechanical Efficiency*

تعرف الكفاءة الميكانيكية بأنها النسبة بين القدرة الفرملية الى القدرة البيانية.

$$\eta_m = \frac{BP}{IP} \times 100$$

وتعتمد الكفاءة الميكانيكية على الفاقد الميكانيكى، بزيادة الفاقد الميكانيكى تقل الكفاءة الميكانيكية. وتتراوح قيم الكفاءة الميكانيكية لمحرك البنزين من ٧٠ الى ٩٠ % ومحرك الديزل رباعى الأشواط من ٧٠ الى ٨٢ %، لمحرك ديزل ثنائى الأشواط من ٧٠ الى ٨٥ %.

- الكفاءة الحرارية الفرملية *Brake Thermal Efficiency*

هى النسبة بين كمية الحرارة التى تتحول الى شغل على عمود الكرنك الى كمية الحرارة الناتجة من احتراق الوقود.

$$\eta_{bth} = \frac{3600 \times BP}{G_f \times F.C.V}$$

ويمكن إيجاد الكفاءة الحرارية الفرملية من العلاقة:

$$\eta_{bth} = \eta_{th} \times \eta_m$$

حيث: η_m = الكفاءة الميكانيكية للمحرك.

η_{th} = الكفاءة الحرارية البيانية

وتستخدم الكفاءة الحرارية الفرملية لبيان مدى التشغيل الاقتصادي للمحرك والعلاقة بين الكفاءة الحرارية الفرملية η_{th} والكفاءة الميكانيكية للمحرك. وتبلغ قيمة الكفاءة الحرارية الفرملية لمحرك بنزين من ٢٥٪ إلى ٣٣٪ ولمحرك بنزين ٣٥٪ إلى ٤٠٪ ويرجع السبب في ارتفاع الكفاءة الحرارية لمحرك الديزل عن البنزين الى ارتفاع معامل زيادة الهواء، وهذا يعنى الاحتراق الكامل للوقود الديزل.

ملحقات المحرك Engine Accessories

توجد مع المحرك أجهزة مساعدة تساعد المحرك على تشغيله بأعلى كفاءة وان أى ضرر لهذه الأجهزة يؤدي إلى تضرر لبعض أجزاء المحرك، ومن هذه الأجهزة المساعدة: جهاز التبريد - جهاز الوقود - جهاز تنقية الهواء - جهاز العادم - جهاز بدء الحركة - جهاز أحدث الشرارة، وفيما يلي شرحاً لكل الأجهزة المساعدة لمحرك الجرار.

١ - جهاز التبريد Cooling System

نظراً لاحتراق كمية من الوقود فإن الطاقة الحرارية تتولد داخل الأسطوانة ويستفاد بجزء من هذه الطاقة في صورة حركية نافعة على عمود الكرنك، وبإلى الطاقة الحرارية تفقد أما محملة مع غازات العادم أو تفقد نتيجة الاحتكاك داخل أجزاء المحرك أو تفقد في مياه جهاز التبريد. ويفقد في جهاز التبريد حوالي ثلث الطاقة الحرارية الناتجة من الوقود.

ومن أهم فوائد جهاز التبريد:

- ١- حفظ درجة حرارة المحرك عند حرارة معينة

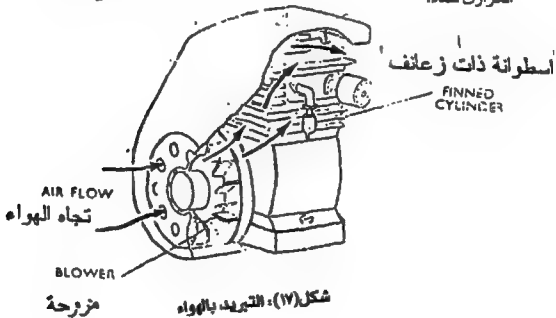
٢- تقليل الاحتكاك للأجزاء المتحركة نتيجة تمددها أكثر من اللازم.

٣- حفظ لزوجة الزيت عند درجة معينة حتى لا يؤدي الارتفاع في درجة حرارة المحرك إلى تغير في خواص الزيت والتي من أهمها اللزوجة مما يؤثر على كفاءة جهاز التزييت وبالتالي على كفاءة تشغيل المحرك.

وهناك نوعين من أجهزة التبريد. أما تبريد مباشر بواسطة الهواء أو تبريد غير مباشر عن طريق المياه.

- التبريد بالهواء

وفيه يمكن استخلاص كمية الحرارة من المحرك بواسطة مرور تيار من الهواء مباشرة على أسطوانات المحرك ويزيد من كفاءة عملية التبريد عن طريق زيادة مساحة سطح الأسطوانة عن طريق ريش خارجة من الأسطوانة شكل (١٧). وتستخدم هذه الطريقة في المحركات الصغيرة. وميزة هذا النوع من التبريد قلة الأجزاء المتحركة مع الجهاز وعدم الاحتياج إلى قدرة كبيرة له. ولكن كفاءته في عملية التبريد تكون محدودة حيث أن كمية الحرارة تعتمد على معامل انتقال الحرارة للهواء وهذا العامل صغير إذا ما قورن معامل التوصيل الحراري للماء.



و الرادياتير عبارة عن خزانين علوى وسفلى تتصل بينهما مجموعة من المواسير الرأسية الرفيعة لزيادة المساحة السطح المعرض لانتقال الحرارة والمواسير الطولية لها معامل توصيل حرارى مرتفع. ويمرور تيار من الهواء بواسطة مروحة تدور بواسطة السير السابق الذكر حيث يمكن سحب الحرارة من الماء ويصل الماء إلى خاغ الرادياتير يباردا وتتكرر الدورة مرة أخرى. ومن المعروف أنه إذا توقفت المضخة عن العمل بالتالى لا يتم سريان التبريد.

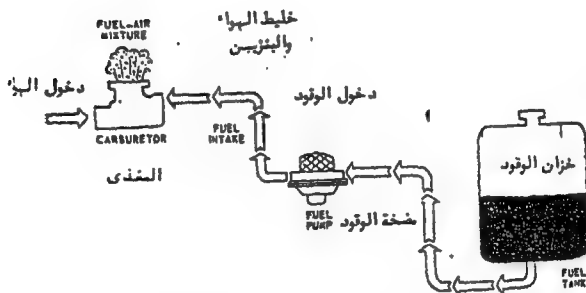
ويوجد فى طريق المياه (بين المحرك والرادياتير) صمام حرارى Thermostat يعمل على تنظيم درجة الحرارة للمحرك. فعند بدء المحرك نجد أن درجة حرارة المياه منخفضة وليس من الداعى فى البداية مرورها على الرادياتير لتبريدها لكن يمكن الاحتفاظ بكمية الحارة المحملة بها بأن تعود هذه المياه ثانية حول المحرك والمساعدة فى بدء تقويم المحرك. وبعد أن يصل المحرك إلى درجة حرارة تتم عندها عملية التبريد فان الصمام الحرارى يفتح مسار للمياه متجها إلى الرادياتير بالطريقة العادية. وغطاء الرادياتير ينظم الضغط داخل الرادياتير حيث يحفظ الضغط تقريبا داخله على أكبر من الضغط الجوى بحوالى ٠.٥ بار وذلك حتى يرفع من درجة غليان الماء إلى حوالى ١١٠°م بدلا من ١٠٠°م. وهذا يسمح للمحرك بالعمل عند درجات حرارة عالية نسبياً للحصول على كفاءة أعلى لعملية التبريد وفقد فى كمية الحرارة ويحتوى الغطاء على صمامين صمام ضغط وصمام تفريغ وصمام الضغط فى الغطاء يسمح بهروب بخار الماء من داخل الرادياتير اذا زاد عن حد معين أما صمام التفريغ يبدأ فى الفتح عند حدوث انخفاض فى الضغط أقل من اللازم داخل الرادياتير عند إيقاف المحرك وحدوث تكثيف بخار الماء داخل الرادياتير.

٢- جهاز الوقود Fuel System

١-٢ جهاز الوقود هي المحركات الاشتعال بالشرارة

في محركات الاشتعال بالشرارة يتم تحضير خليط الوقود والهواء خارج الاسطوانة. ويتكون جهاز الوقود كما هو موضح في شكل (١٩) من الأجزاء الآتية: خزان الوقود Fuel tank، مضخة الوقود Fuel pump، والفلاتر Filter والمغذى (الكاربوراتير Carburetor).

ووظيفة مضخة الوقود هي دفع الوقود من الخزان إلى المغذى. أما وظيفة المغذى هو تكوين خليط من الوقود والهواء بنسبة معينة طبقاً لسرعة والحمل الواقع على المحرك.



شكل (١٩): جهاز الوقود لمحركات الاشتعال بالشرارة

٢-٢- جهاز الوقود فى محركات الاشتعال بالضغط :

تتكون دورة الوقود لمحركات الديزل كما فى شكل (٢٠) من الأجزاء

الآتية:

- ١- خزان الوقود - ويجب أن يكون بسعة كافية لكمية الوقود اللازمة لاستهلاك ٨ ساعات تشغيل يوميا على الأقل.
- ٢- مضخة التوصيل - ووظيفتها سحب الوقود من الخزان ودفعه إلى مضخة الحقن من خلال الفلتر.
- ٣- فلتر الوقود-تنقية الوقود من أى شوائب موجودة فيه وأحيانا يوجد أكثر من فلتر
- ٤- مضخة الحقن - توفيت وتحديد وتوصيل كمية الوقود إلى الأسطوانة تحت ضغط عال خلال فونية الرشاش
- ٥- الرشاش : ترذذ الوقود داخل الأسطوانة حتى يتم خلطه بالهواء الساخن لسهولة عملية الاشتعال.

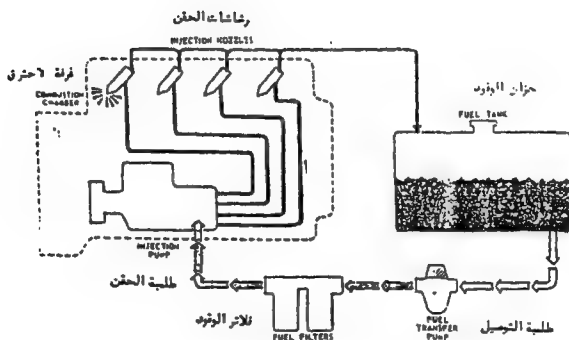
ويهتم بتنقية الوقود فى محركات الديزل للأسباب الآتية :

- ١- نوع الوقود المستخدم هناك هو السولار وهو غالبا ما يكون به نسبة من الشوائب والتي يجب التخلص منها قبل مرورها على فونية الرشاش أو مضخة الحقن

٢- تعتبر مضخة الحقن والرشاشات من الأجهزة الغالية الثمن والدقيقة الصنع وأيضا المكلفة عند ضياعها فإذا وجدت شوائب فى مضخة الحقن فأنها تتآكل بسرعة وبالتالي يحدث انخفاض فى ضغط معدل سريان الوقود إلى الأسطوانة مما يؤدي إلى عدم كفاءة ترذذ الوقود - ويمكن تصور صعوبة هذه المشكلة إذا

عرف أن الخلوص لكلا الجهازين يكون صغيرا جدا وأنه من المستحيل المحافظة على هذا الخلوص مع أى شوائب.

ولهذا فيوضع أكثر من فلتر للوقود وهذا لضمان حجز كل الشوائب قبل وصولها إلى الحقن أو الرشاش . وفلتر التنقية وهو عبارة عن ورق مماثل لورق الترشيح ذو مسام معينة ومصنع بشكل خاص لزيادة مساحة التنقية وموضوع في علب معدنية.



شكل (٢٠): جهاز الوقود لمركبات الاشتعال بالضغط (ديزل)

ومضخة الحقن تتكون من مجموعة من المضخات يكون عددها مساو لعدد اسطوانات المحرك وللمجموعة كلها تأخذ حركتها من عمود الكرنك خلال مجموعة من التروس وكل مضخة تحتوي على مكبس صغير يتحرك داخل اسطوانة عن طريق كامشة.

ويندفع الوقود الواصل إلى الرشاش من خلال فتحة صغيرة موجودة فيه فإذا كان ضغط الوقود أعلى من ضغط الباي الموجود على إبرة الرشاش فإن الإبرة تتحرك إلى أعلى ويخرج الوقود من الفتحة على هيئة رذاذ رفيع أما في حالة انخفاض الضغط من مضخة الحقن فإن الإبرة تعلق مسار الوقود إلى الاسطوانة بفعل تأثير قوة الباي.

4- جهاز تزييت المحرك

من المعروف أن أي حركة بين جسمين تؤدي إلى احتكاك سطحي التلامس بينهما ، ونتيجة لوجود الاحتكاك بين الأسطح المتحركة، ونتيجة الاحتكاك تنتج طاقة حرارية والتي يجب التخلص منها حتى لا تؤثر على خواص المواد المتحركة. ولتقليل طاقة الاحتكاك وبالتالي الطاقة الحرارية يجب تنعيم سطح الاحتكاك حيث أن مقاومة الاحتكاك تعتمد على القوة العمودية على سطح الاحتكاك وعلى معامل الاحتكاك بين السطحين والذي بدوره يعتمد على درجة خشونة السطحين.

فوائد عملية التزييت، تتلخص في الآتي:

- ١- تقليل الاحتكاك أو تقليل تآكل الأجزاء المتحركة وبالتالي الطاقة الحرارية الناتجة عن عملية الاحتكاك.

٢- تعمل طبقة الزيت على إحكام الضغط داخل الأسطوانة فيمنع تسرب الغازات حول المكبس.

٣- يعتبر الزيت وسطاً لانتقال الحرارة فيساعد في عملية تبريد المحرك.

٤- يعمل على سهولة حركة الأجزاء المتحركة ونظافتها عن طريق سحب الشوائب المترسبة والناجمة من عملية الاشتعال.

وعملياً التزييت من العمليات الهامة في محرك الجرار . ودورة

التزييت كما توضح شكل (٢١) تتكون أساساً من:

Oil Pump مضخة الزيت

Crank Case علبة الكرنك (الكارتير)

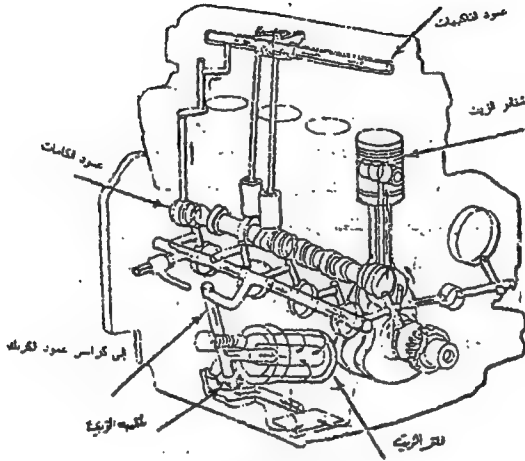
Oil Filter فلتر الزيت

Pressure Regulator صمام التحكم في الضغط

Pressure Gauge مقياس الضغط

Oil Stick مقياس لتحديد مستوى الزيت

والمضخة تدفع الزيت داخل فجوات رقيقة في عمود الكرنك ثم إلى ذراع التوصيل حتى يصل إلى البنز ومنها إلى فجوات شتاير الزيت لتصل إلى جدار المكبس والأسطوانة . ويمكن كشط الزيت الزائد بواسطة شتاير الزيت أو شتاير المكبس أثناء تحرك المكبس إلى أسفل مرة ثانية إلى الكارتير .



شكل (٢١): جهاز التزييت

٤- جهاز تنقية الهواء

يوجد مع كل محرك جهاز للسحب وهو كجهاز التنفس له. فمثلا في محركات الاشتعال بالشرارة يتم خلط البنزين مع الهواء النقي خارج المحرك في الكاربوراتير . ويتم دخوله إلى المحرك عن طريق صمام السحب في شوط السحب. أما في محركات الاشتعال بالضغط يتم سحب الهواء النقي إلى الأسطوانة من خلال صمام السحب. ويتم طرد غازات العادم في كلا المحركين خلال صمام العادم في شوط الطرد. أما في محركات الاشتعال بالضغط يتم سحب الهواء النقي إلى الأسطوانة من خلال صمام السحب. وعليه في كلا المحركين يجب سحب هواء نقي خالي من الأتربة العالقة. ونسبة الأتربة في الهواء غالباً ما

تكون مرتفعة . وهذه الكمية من الأتربة يجب العمل على حجزها خوفاً من دخولها إلى المحرك. ولكن كفاءة الأجهزة المستخدمة في عملية التنقية تحد من إمكانية حجز كل هذه الكمية من الأتربة وذلك لأن الأتربة تختلف في حجم ذراتها والتي تدخل إلى المحرك هي الأتربة الصغيرة جداً والتي لا يمكن حجزها في جهاز التنقية. وتتراوح كفاءة أجهزة التنقية بين ٩٥% - ٩٩% ومعنى هذا هناك نسبة من هذه الأتربة تدخل بالفعل إلى المحرك وهذه النسبة لا تتعدى من ٥.١%. وأهمية منقى الهواء ترجع إلى أن الكمية الكبيرة من الهواء المستهلك في المحرك يكون بها من الشوائب والأتربة ما يكفى لتآكل المحرك وأجزائه المتحركة في ساعات قليلة إذا لم تتم تنقية هذا الهواء قبل دخوله إلى الاسطوانات وسعة منقى الهواء لابد أن تكفى لحجز الشوائب الموجودة في الهواء لفترة من التشغيل معقولة قبل تنظيفه وأحياناً يستخدم فلتر ذو المراحل وخصوصاً مع المحركات التي تعمل تحت ظروف تركيز أتربة عالية.

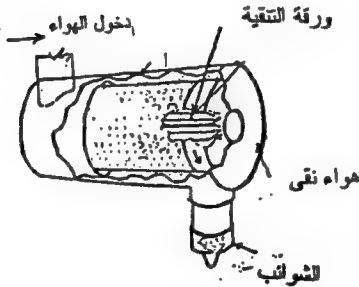
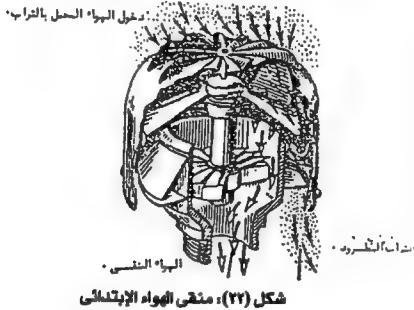
الأنواع الرئيسية لمنقى الهواء

- منقى ابتدائي Pre-Cleaner

يوضع هذا الفلتر في أعلى منطقة للجرار ويقوم أساساً بحجز جزيئات الأتربة ذو الحجم الكبير قبل دخوله إلى المنقى الرئيسي وهذا ما يقلل من الحمل الواقع عليه وبالتالي تزداد فترات الصيانة المطلوبة ويوضح شكل (٢٢) منقى الهواء الابتدائي. و صيانة فلتر الهواء تكون محددة عن طريق كتالوج الشركة المصنعة للمحرك. فمثلاً كل ٨ ساعات تشغيل (يومياً) يجب الكشف عن المنقى الابتدائي وتنظيفه من الأتربة المحبوسة به وإذا كان المنقى يحتوي على شبكة فيجب تنظيفها من الشوائب المتعلقة.

- منقى الهواء الجاف Dry Air Cleaner

منقى الهواء الجاف شكل (٢٣) يتم فيه تنقية الهواء عن طريق مرور الهواء من ثقوب رفيعة خلال ورق الترشيح، وفيه يتم حجز بقية الشوائب المتعلقة بالهواء وأحيانا ما يضاف مع هذا النوع من الفلاتر جهاز يبين معدل انخفاض الضغط داخل الفلتر للتأكد من سلامة عمل الفلتر ويوضح الوقت اللازم لتنظيف هذا الفلتر لأنه في حالة انسداد الفلتر بالشوائب عليه تزداد مقاومة الهواء وبالتالي يحدث تفريغ داخل الفلتر.



شكل (٢٣): منقى هواء جاف

- فلتر الهواء ذو حمام الزيت Oil Bath Air Cleaner

يتكون فلتر الهواء ذو حمام الزيت (شكل ٢٤) من وعاء به زيت عند ارتفاع معين ويوجد على هذا الوعاء شبكة من سلك رفيع وكله داخل عليه الفلتر فعند مرور الهواء في الأنبوبة الراسية إلى أسفل فإن الهواء يدفع الزيت قليلاً إلى أسفل وعند مرور على سطحه فإن قطرات التربة المعلقة في الهواء تحجز في الزيت وبعد ذلك يمر الهواء على الشبكة السلك التي تحجز ما تبقى من أتربة على سطحها الذي يكون دائماً مبلل أيضاً بقطرات الزيت ويمر الهواء نقي بعد ذلك إلى الأسطوانات من خلال صمام السحب. ولإجراء العملية بكفاءة عالية لسحب الأتربة المتعلقة في الهواء يجب أن تكون الأنبوبة الراسية مغموسة في الزيت بحوالي ١ سم إلى أسفل وهذا ما يظهر بجانب عليه الزيت بعلامة تحدد مستوى الزيت. فإذا كان مستوى الزيت أقل من ذلك فإن عملية التنقية تكون غير كاملة حيث أنه لا يوجد فرصة لزيت لسحب الأتربة التربة من الهواء. أما إذا كان مستوى الزيت أعلى من اللازم فإن الهواء يجد صعوبة للمرور خلال الفلتر مما يؤدي إلى خنق المحرك وهذا يؤدي إلى احتراق غير كامل للوقود نتيجة لقلة كمية الهواء اللازم للمحرك. وقد يؤدي ارتفاع مستوى الزيت إلى سحب قطرات منه مع الهواء المنفخ إلى الأسطوانات. مما يزيد من ترسيب الكربون داخل الأسطوانة نتيجة حرق الزيت بداخلها. وغالباً ما يستعمل زيت ذو درجة لزوجة مساوية لدرجة الزيت المستخدم في علبة الكرنك.

5- جهاز العادم

جهاز العادم هو الذى يقوم بجميع غازات العادم الناتجة من عملية الاشتعال وحملها إلى خارج المحرك. ويقوم جهاز العادم بالآتى:

١- الاهتلال من سرعة الغازات الخارجة من الأسطوانة.

٢- إخماد الصوت العالى.

٣- إطفاء أى جزء كريونى متوهج فى علبة العادم قبل خروجها إلى الجو الخارجى منعا لحدوث الحرائق.

٤- سحب الحرارة من الأسطوانات.

ويتكون جهاز العادم من صمام العادم ، وانببيب وعلبة العادم (شكل ٢٥) وعلبة العادم تتكون من أنبوبة طويلة تمر داخل علبة أكبر منها فى القطر بحوالى ٢مرات. وقد يوضح فى بعض الأحيان صوف زجاجى حول الأنبوبة الداخلية كمادة لإخماد الصوت ولها خاصية التحمل للدرجات الحرارة.

٦- الأجهزة الكهربائية للمحرك

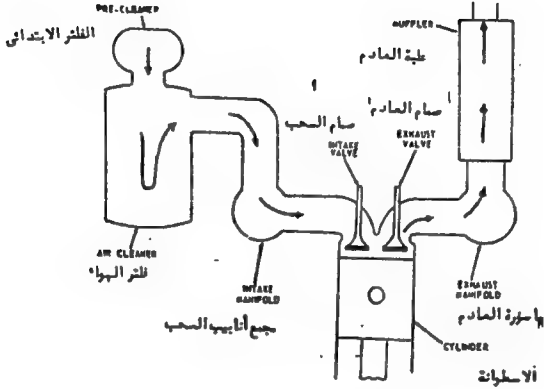
يتكون أساساً من الأجزاء الآتية:

١- البطارية : إختزان الطاقة الكهربائية لديها أثناء تقويم المحرك.

٢- الدينامو : وظيفة شحن البطارية.

٣- المارش (موتور كهربائى) : وظيفته إدارة الترس الخاص بالحداثة الذى يساعد فى إدارة المحرك أثناء بدء حركته.

أما فى محركات الاشتعال بالشرارة فقط. فيوجد بالإضافة للأجزاء السابقة ما يلى :



شكل (٢٥): جهازى السحب والعادم

- ١- الملف : فى إنتاج الطاقة الكهربائية بفولت عال لأعطاء الشرارة الكهربائية لشمعة الأشعال.
- ٢- الموزع : توجيه الشرارة الكهربائية لشمعة الاشتعال لكل اسطوانة فى الوقت المحدد لذلك.
- ٣- شمعة الاشعال : تعمل الشرارة الكهربائية لخلوط الهواء والبنزين.

والدورة الكهربائية هي المحركات تنقسم إلى ثلاثة دوائر كهربائية:

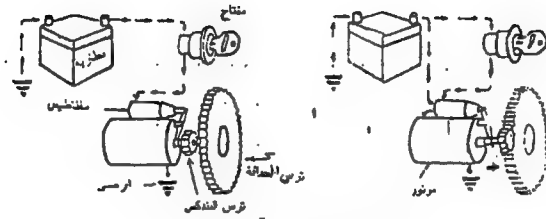
١- دائرة الشحن Charging Circuit

٢- دائرة إشارات الشرارة Ignition Circuit

٣- دائرة بدء الحركة Starting Circuit

- طريقة لبدء إدارة المحرك (طريقة للارش الكهربائي)

وهي أسهل طريقة لبدء إدارة المحرك (شكل ٢٦) وهي عبارة عن موتور كهربائي يستمد الطاقة الكهربائية من البطارية ومركب على محوره ترس صغير يسمى ترس البندينكس. وهذا الترس يقابل ترس كبير موجود على محيط الحفافة. وهذين الترسين يكونا في وضع الفصل عندما يكون المحرك دائراً. ولكن أثناء بدء إدارة المحرك يتم أولاً إدارة الموتور الكهربائي وبالتالي يدور محوره وعلى هذا المحور يوجد حلزون يعمل على دفع ترس البندينكس لتوصيله بترس الحفافة ليعمل على دوران عمود الكرنك وهذه العملية تتم في ثواني قليلة. ونجد أن الحفافة تدور ومعها عمود الكرنك الذي يقوم بدوره في حركة مكابس الاسطوانات إلى أعلى وأسفل لعمل مجموعة من الدورات الحرارية حتى يصبح للمحرك القدرة على الاستمرار في إدارة نفسه وفي هذه الأثناء تفصل الدائرة الكهربائية عن الموتور ويقف الموتور عن الحركة ويعود ترس البندينكس إلى وضع الفصل بفعل باى موجود على محوره.



شكل (٢٦): طريقة بدء إدارة المحرك

المراجع

مراجع باللغة العربية:

- السعيد رمضان العشري، ٢٠٠٦: طرق تجريبية في هندسة الجرارات - مكتبة بستان المعرفة للطبع ونشر الكتب - كفر الدوار-مصر ٢٠٠٢.
- السعيد رمضان العشري، ٢٠٠٢: محرك الاحتراق الداخلي - مكتبة بستان المعرفة للطبع ونشر الكتب - كفر الدوار-مصر ٢٠٠٧
- السعيد رمضان العشري، ١٩٩٥: القوى الزراعية - جهاز الطبع والنشر للكتاب الجامعي - جامعة الإسكندرية ١٩٩٥.
- السعيد رمضان العشري، ١٩٩٧: الجرارات الزراعية ج١ - جهاز الطبع والنشر للكتاب الجامعي - جامعة الإسكندرية ١٩٩٧ .
- السعيد رمضان العشري، ١٩٩٧: الجرارات الزراعية ج٢ - جهاز الطبع والنشر للكتاب الجامعي - جامعة الإسكندرية ١٩٩٧ .
- دوافيم كوتراد: هندسة الجرارات. مؤسسة الأهرام بالقاهرة بالاشتراك مع المؤسسة الشعبية للتأليف بليبزج.
- حلمى السيد جاد، تكنولوجيا السيارات. كلية الهندسة - جامعة المنصورة
- جورج باسيلي حنا، ١٩٧٦: للبيكنة والجرارات الزراعية. مطبعة جامعة القاهرة والكتاب الجامعي.
- سمير محمد يونس، وآخرون ٢٠٠٢ اساسيات الهندسة الزراعية- مكتبة بستان المعرفة للطبع ونشر الكتب - كفر الدوار-مصر ٢٠٠٢
- سمير محمد يونس، ١٩٨٢ - الجرارات الزراعية - كلية الزراعة - الإسكندرية.

- عبد الحميد ليوسيع، على يسرى كريم، ١٩٧٧ - الجرارات الزراعية - دار المعارف الإسكندرية.

- عبد الحميد زكريا شكر & ملحت عبد الله حميده ١٩٨٤ هندسة تصنيع المنتجات الزراعية - الشركة العربية للطباعة والتصوير.

- عبد الوهاب شلبي ٢٠٠٠ هندسة التصنيع الفذالى (جزء ٣) - منشاه المعارف الاسكندرية

- محمد أحمد صباح عبد الحميد زكريا شكر ١٩٩٥ : مقدمة فى هندسة التصنيع الزراعى - مطبعة جامعة الإسكندرية.

- محمد نبيل العوضى، ١٩٨٢ : هندسة الجرارات والآلات الزراعية. كلية الزراعة - جامعة عين شمس.

- منير عزيز مرقص، سامى محمد يونس ١٩٩١، أساسيات المكنة الزراعية، المكتب الدولى القاهرة.

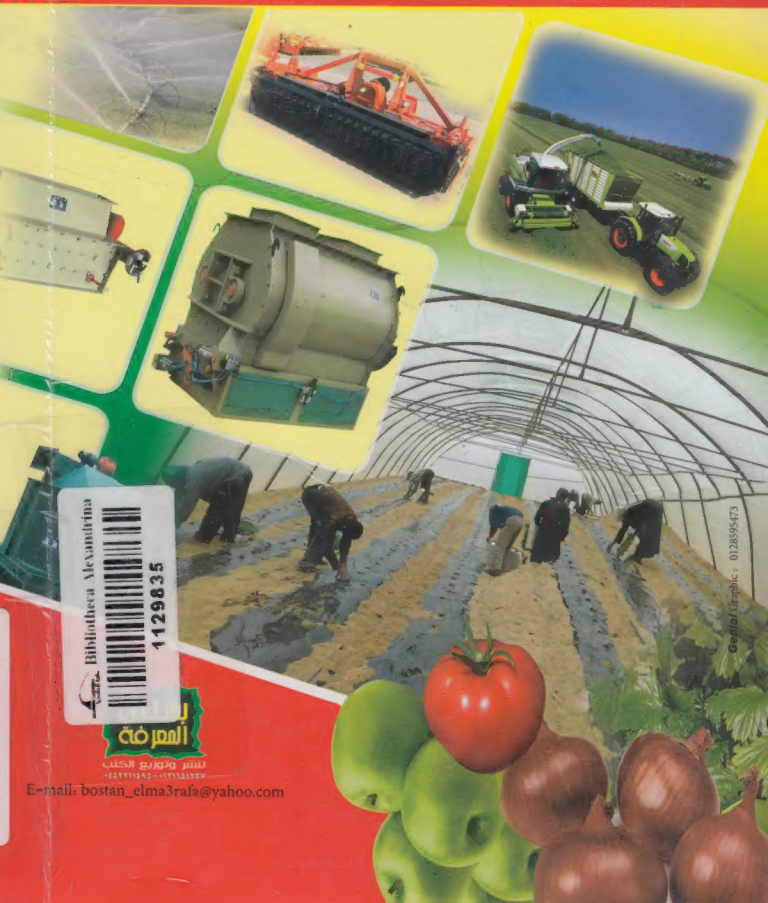
مراجع باللغة الإنجليزية

- Agricultural Engineers Yearbook, American Society of Agricultural Engineers, 1978.
- Barger, E.L. et al, Tractors and Their Power Units John Wiley and Sons Inc. New York, 1967
- Brennan J. G., et al, Food Engineering Operations, London, 1974.
- Csorba, Julius J. "Farm Tractor: Trends in Type, Size, Age and USA ."Agr. Info. Bull. No. 231, Agr. Research Service, USDA.
- Gelman, B. and Moskvina, M. 1975: Farm Tractors. Mir Publishers, Moscow, USSR.
- Goering. C.E 1989. Engine and tractor Power. St. Joseph, MI:ASAE

- Henderson S. M. and R. L. Perry., Agricultural Process Engineering, New York, 19
- Hunt, Donnell, Farm Power and Machinery Management Iowa State Univ. Press, 1960 Ames, Iowa..
- Hunt., 1983: Farm Power and Machinery Management Iowa State University Press, Ames.
- Inns, F.M., 1984: Technology of tractors and implements. course details, Silsoe College, Silsoe, Bedford, uk,
- Jacobs, C., Harrel, W, and Shinn, G., 1982: Agricultural Power and Machinery. Mc-Graw. Hill Book Company, U.S.A.
- Jones, F.K., and W.H. Aldred. 1980. Farm power and tractors, 5th ed. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kepner, R.A., R. Bainer and E.L. Barger. 1978. Principles of Farm Machinery, 3rd Ed. Westport, CT: AVI publishing Co.
- Liljedahl, J.B., P.K. Turnquist, D. W. Smith and M. Hoki. 1989. Tractors and their Power Units, 4th Ed. New York: Van Nostrand Reinhold

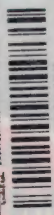
المحتويات

| الصفحة | |
|--------|--|
| ٢ | اهداء |
| ٥ | المقدمة |
| ٧ | الجزء الاول، مفهوم الهندسة الزراعية والنظم الحيوية |
| ٩ | تمهيد |
| ١٢ | الفصل الاول : الموارد الطبيعية |
| ٢٨ | الفصل الثاني : المواد الحيوية |
| ٣٥ | الفصل الثالث: الهندسة الزراعية (الماضي والحاضر والمستقبل) |
| ٤٧ | الجزء الثاني |
| | الفصل الاول : |
| ٤٧ | المفاهيم الهندسية الاساسية للهندسة الزراعية والنظم الحيوية |
| ١٢٢ | الفصل الثاني : الطاقة في الزراعة |
| ١٧٢ | الفصل الثالث : وسائل نقل القدرة |
| ٢٠١ | الفصل الرابع : - محرك الاحتراق الداخلي |
| ٢٤٥ | - المراجع |



Gordian Graphic, 0128595473

Bibliotheca Alexandrina



1129835

المركز

المركز
152111240 - 112112150

E-mail: bostan_elma3rafa@yahoo.com

